Dr. Davidson's sale 6/

GLASGOW UNIVERSITY LIBRARY
VIA VERITAS VITA

524-1887
Cc 4-c. 61

Untersuchungen

über das

Nervensystem.

Erstes Heft.

Einfluss der Centraltheile des Nervensystems auf die Bewegung des thierischen Körpers.

Von

Dr. Julius Budge.

Praktischem Arzte zu Altenkirchen am Westerwald.

FRANKFURT AM MAIN.

Jäger'sche Buch- Papier- und Landkarten - Handlung.

1841.

Pour bien savoir les choses, il en faut savoir le détail; et comme il est presque infini, nos connaissances sont toujours superficielles et imparfaites.

DE LA ROCHEFOUCAULD.

Vorwort.

Wenn das ärztliche Publikum diese Blätter freundlich entgegen nimmt, so ist es des Verfassers Absicht, nach je sechs Monaten ein zweites und drittes Heft der Untersuchungen folgen zu lassen.

Ich hatte bei der Bearbeitung keinen andern Zweck, als treu das wieder zu erzählen, was mich die Beobachtung der Natur gelehrt hat. Die Schlüsse, welche ich aus meinen Versuchen zog, scheinen mir einfach und ohne Zwang.

Ob ich aber dazu beigetragen habe, das geheimnissvolle Nervenleben, an welches der Schöpfer alle Bedingungen des Werdens enge geknüpft zu haben scheint, in Etwas zu enthüllen, — ich weiss es nicht.

Doch es sei, wie es wolle; was ich in den freien Stunden eines Berufs, der nicht ohne grosse Beschwerden ist, dem Fortschreiten so gerne gegönnt, es möge nicht ganz vergebliche Mühe und Zeit sein. Das ist ein Wunsch, den ich mir nicht versagen mag.

Altenkirchen, im December 1840.

Julius Budge.

Bewegung ist der grosse Hebel alles Lebens. Wo Leben ist, ist Bewegung. Alle Reiche der Schöpfung äussern sich in ihrem Werden, Bestehen und Enden durch Bewegung.

In allen organischen Wesen sehen wir nur einen Zweck ihres Daseins, Erhaltung ihrer selbst und der Gattung. Dieser einzige Zweck, auf den sich alle Verrichtungen zurückführen lassen, er wird durch Bewegung erreicht. Alle grossen Reagentien des Lebens, Licht, Wärme, Elektrizität, Empfindung — wo und wie sie sich offenbaren, nur durch Bewegung geben sie sich unsern Sinnen kund.

In der Bewegung des Thierkörpers sehen wir eine bewundernswürdige Mechanik entwickelt. So complicirt diese beim ersten Blicke auch scheinen mag, so einfach ist sie in der That, wie ja alles Erhabene und Grosse, das wir in der göttlichen Schöpfung immer und immer wieder anzustaunen uns gedrungen fühlen.

§. 1.

In den höheren Thierklassen wird diejenige Bewegung, welche am freiesten und kräftigsten ausgeführt werden soll, durch Muskeln und Knochen zu Stande gebracht; so z. B. die Bewegung der Arme und Beine. Nur bei minder freien Bewegungen, welche lediglich nach einer Richtung hin wirken sollten, fehlen auch bei höhern Thieren die Knochen; so z. B. am Herzen, welches

ewig dieselbe Bewegung der Zusammenziehung und resp. der Ausdehnung zu machen hat.

Die Knochenreihen sind durch Gelenke verbunden. Sie können durch Muskeln, welche an ihnen befestigt sind, entweder so gegeneinander gestellt werden, dass sie sich einem spitzen, oder so, dass sie sich einem graden Winkel nähern. Im ersten Falle nennen wir die Bewegung eine Beugung, z. B. wenn man den Vorderarm dem Oberarm nähert, im zweiten eine Streckung, z. B. wenn der Vorderarm mit dem Oberarm eine grade Linie bildet.

Die Knochen sind beinahe alle (mit wenigen Ausnahmen) so gebaut, dass, wenn die Muskeln, die sich an ihrer vorderen Fläche ansetzen, sich durch ihre Zusammenziehung verkürzen, eine Beugung entsteht, und wenn die an der hintern Knochenfläche angehefteten sich verkürzen, eine Streckung entsteht. Obwohl nun die vorn liegende Muskelparthie sich auf dieselbe Art zusammenzieht, wie die hintere, und die Verschiedenheit der Wirkung nicht von ihnen, sondern vom Bau der Knochen abhängt, so pflegt man doch zum besseren Verständnisse ganz passend Beugemuskeln und Streckmuskeln zu unterscheiden.

Alle freie zusammengesetzte Bewegungen, wie das Laufen, das Springen, das Schwimmen etc. etc., bestehen so mannigfaltig sie auch sind, doch bei genauererer Betrachtung in gar nichts Anderm, als in einem verschieden modificirten und regelmässig abwechselnden Beugen und Strecken. (Es ist hier der Platz nicht, eine jede dieser Bewegungen weiter zu analysiren; aber leicht kann man sich von der Wahrheit des Ausspruchs überzeugen, wenn man nur eine solche Bewegung genau studirt.)

Wir werden unsere Untersuchung damit beginnen, wie diese beiden Elemente der freiern Bewegung, die Beugung und die Streckung in ihrer geregelten und zweckmässigen Folge, durch das Nervensystem bedingt sind,

und dann zu den Bewegungen übergehen, welche nicht in Beugung und Streckung bestehen, sondern als minder freie zu betrachten sind.

Die Muskeln ziehen sich nur dadurch zusammen, dass (gewisse) Nerven, welche sich in ihnen verbreiten, sie dazu veranlassen. Unter welchen Umständen diese Nerven auf die Muskeln einwirken, damit die Zusammenziehung erfolge, das soll im Verlaufe dieser Schrift erörtert werden. Von welcher Art aber diese Einwirkung ist, das ist bis jetzt noch ein Räthsel. Dass aber dieselbe statt finde, davon überzeugt uns folgende Thatsache:

Wenn man bei einem lebenden Thiere seinen zu einem Muskel gehenden (Bewegungs)-Nerven durchschneidet, und das mit dem Muskel noch zusammenhängende Ende durch mechanische oder chemische Mittel reizt, so zieht sich der Muskel ebenso zusammen, als ob man die Reizmittel auf den Muskel selbt angewandt hätte. Lässt man das Thier, an welchem diese Operation gemacht worden ist, am Leben und reizt nach einiger Zeit wiederum den Muskel, so sind die in Folge dieser Reizungen eintretenden Zusammenziehungen des letztern viel geringer geworden, und nach noch längerer Zeit hilft kein Reiz mehr, der Muskel zieht sich gar nicht mehr zusammen. Aber jedesmal beobachtet man, dass die auf den Muskel selbst angewandten Reize stärkere Zusammenziehungen hervorrufen, als die auf den Nervenstamm, und dass wenn letztere schon zu wirken aufgehört haben, doch jene noch Bewegungen erzeugen; ja sogar der Nerventheil, welcher dem Muskel am nächsten liegt, behält länger seine Reizbarkeit, als der etwas entfernter liegende. Diess Verhältniss bemerkt man aber nicht nur nach vorhergegangener Nervendurchschneidung, sondern auch bei unversehrten Nerven. Wird nämlich die ganze Masse eines Muskels einer Reizung unterworfen, so ist die Bewegung stärker und hält länger an, als wenn man dieselbe Reizung auf den Nerven anwendet, der zu dem Muskel geht.

Reizt man ferner einen blosgelegten Muskelnerven z. B. mit *Kali causticum* längere Zeit hindurch, so entstehen endlich gar keine Bewegungen mehr; reizt man sodann das nächst folgende Nervenstück, so kann man von Neuem Zuckungen erzeugen; und immer nehmen die Bewegungen zu, je näher man dem Muskel kommt. Alles dies sind Thatsachen, welche auf das Bestimmteste erwiesen sind.

Vgl. Sticker in Müllers Archiv 1834. p. 302. H. Nasse in Unters. zur Physiol. und Pathol. Bonn, 1836. B. I. p. 93.

Valentin de functionibus nervorum, Bern, 1839. §. 281.

Meine eignen Versuche bestätigen das Angegebene. Die Schlüsse, welche wir daraus ziehen können, sind folgende: 1.) Die Muskelzusammenziehung hängt von den Nerven ab.

2) Die Nerven erzeugen die Kraft, auf die Muskeln einzuwirken, nicht selbst in sich, sondern sie müssen sie vom Rückenmarke oder vom Gehirne erhalten.

3) Die Nerven haben das Vermögen, diese von den Centraltheilen ihnen mitgetheilte Kraft, einige Zeit noch in sich zu bewahren. Sie schwindet allmählich und zwar

4) von dem Centrum nach der Peripherie. Wir können also ihre Strömung eine centrifugale nennen, welche am meisten nach der Peripherie hinstrebt und sich am meisten hier ansammlet. In den Centraltheilen des Nervensystems wird also diese Kraft erzeugt und strömt auf die einzelnen Nerven aus. Denn wäre diess nicht, so könnte nicht die Muskelzusammenziehung nach Durchschneidung der Nerven von dem Augenblicke dieser Operation an abnehmen und endlich ganz und gar aufhören.

Die Centraltheile des Nervensystems liegen im Schädel und in der Wirbelsäule; in der Wirbelsäule liegt das Rückenmark. Der oberste Theil desselben aber noch in dem Schädel; man nennt ihn das verlängerte Mark, er bildet den Uebergang vom Rückenmarke zum Gehirn.

Ueber ihm liegt das kleine Gehirn, welches aus zwei Halbkugeln besteht; mit jeder derselben verbindet sich das verlängerte Mark durch zwei seitlich abgehende Stränge (*Corpora restiformia;*) vor dem verlängerten Mark sieht man einen dicken knotenförmigen Markkörper, durch welchen der Mitteltheil des verlängerten Marks durchgeht und dessen Längenfasern bildet. Er heist *Pons Varolii.* Von jeder Seite rechts und links laufen Querfasern von beiden Halbkugeln des kleinen Gehirns in den *Pons*, vereinigen sich untereinander, und kreuzen sich mit den Längsfasern des verlängerten Marks. Die vordere und mittlere Schädelhöhle füllt das grosse Gehirn aus, welches ebenfalls aus zwei Halbkugeln besteht. Ungefähr in der Mitte der Höhe der beiden Halbkugeln sind diese durch eine Markmasse vereinigt. Nimmt man Alles bis zu dieser und diese selbst weg, so wird man jederseits zwei ovalförmige Körper gewahr, der vordere heisst gestreifter Körper, der hintere Sehhügel. Hinter diesen Körpern vor dem kleinen Gehirne über dem *Pons*, liegen vier kleine Hügelchen, auf jeder Seite zwei, in welche von den beiden Halbkugeln des kleinen Gehirns Faserbündel übergehen, die ebenso mit den Fasern des verlängerten Markes und endlich auch mit denen des grossen Gehirns in deutlicher Vereinigung sind.

Dieses Wenige musste zur Verständigung kurz berührt werden.

Auf der hintern und vordern Fläche des Rückenmarks sieht man eine Reihe von Nervenbündeln auf jeder Seite eines unter dem andern liegend. Die hintern Nervenbündel oder wie man zu sagen pflegt, die hintern Wurzeln haben nicht dieselben Eigenschaften, wie die vordern. Man lese folgende schöne Versuche von *Magendie:*

Er nahm einem 6 Wochen alten Hunde mit einem scharf schneidenden Messer den ganzen hintern Theil des Rückgraths weg und durchschnitt die hintern Wurzeln aller Lumbar- und Sacral-Nerven. Das Thier wurde

dadurch unempfindlich gegen mechanische Verletzungen aller Art, behielt aber die Bewegungsfähigkeit. Bei einem andern desselben Alters durschnitt er die vordern Wurzeln derselben Nerven einer Seite. Das Glied dieser Seite verlor seine Beweglichkeit und wurde lahm, behielt aber die Empfindlichkeit. Bei einem dritten durchschnitt er beide Wurzeln und Empfindung und Bewegung waren dahin.

Er wiederholte seine Versuche mehrmals mit gleichem Erfolge.

cf. Magendie Journ. de physiol. t. II. p. 276.

Magendie modificirte zwar später ebendaselbst pag. 368. seinen aus obigen Versuchen gezogenen Schluss dahin, dass die hintern Wurzeln vorzugsweise empfindlich, die vordern vorzugsweise Bewegung veranlassend seien, und dass auch durch Reizung der hintern Bewegung, durch Reizung der vordern Empfindung — jedoch nur in leisen Spuren entstünden, — aber er beachtete nicht den Einfluss, welchen beiderlei Nervenarten auf einander äussern. Man weiss schon aus dem gemeinen Leben, dass anhaltende Bewegung (Reizung der Bewegungs-Nerven) ebenso wohl Schmerz erregt, als heftiger Schmerz zu Krämpfen veranlasst. Man kann daher seine erste Annahme, dass die hintern Wurzeln blos empfindend (sensibel), die vordern blos bewegend (motorisch) seien, wohl als richtig gelten lassen.

Der Erste, welcher diese wichtige Endeckung gemacht und durch Versuche erwiesen hat, ist Charles Bell.

Auf eine leichte Weise überzeugt man sich von dieser schönen Wahrheit an Fröschen, denen man mit einem gewöhnlichen Federmesser den Rückgrath öffnen und die Versuche nach der Vorschrift von J. Müller sehr sicher anstellen kann.

Vgl. J. Müller Handbuch der Phisiol. B. I. (2. Aufl.) p. 625.

Valentin l. c. §. 1. sqq.

§. 2.

Es giebt keinen Theil des Gehirns und Rückenmarks, dessen Wegnahme oder Zerstörung ohne Einfluss auf die Körperbewegung wäre; und doch giebt es Stellen genug in jenen Organen, deren Reizung nicht die geringste Zuckung in den Muskeln zur Folge hat.

Die Einwirkung solcher Theile auf die Bewegung kann also keine direkte sein. Wir thun daher gut, diejenigen Theile des Centralnervensystems, welche einen unmittelbaren Einfluss auf die Bewegung haben, von jenen zu trennen und wir können wohl mit vollem Rechte annehmen, dass überall da, wo ein Reiz auf einen Centraltheil des Nervensystems Zuckung hervorbringt, motorische Fasern vorhanden sind, und dass diese da aufhören, wo ein Reiz diese Folge nicht mehr hat.

Wir wollen damit keineswegs behaupten, dass die motorischen Fasern wirklich hier enden und ganz andere Fasern hier beginnen, da wir ja keine Merkmale haben, sie anatomisch zu prüfen und zu unterscheiden; — ja, es ist uns sogar wahrscheinlich, dass alle Fasern der Nerven ihrer Natur nach gleich sind, dass sie nur durch irgend einen Lebensprocess modificirt werden und dadurch bald als Empfindungs-, bald als Bewegungs-Fasern, bald als keine von beiden sich offenbaren, dass also überall nur eine Metamorphose der einen in die anderen stattfindet; für die Wissenschaft jedoch, welche sich nur an das sinnlich Wahrnehmbare hält, muss die oben angegebene Bestimmung mit aller Strenge festgehalten werden.

Die erste Frage, welche wir uns aufwerfen, ist die, wo beginnen die motorischen Fasern, die wir in den vordern Rückenmarkswurzeln vereinigt finden, in den Centraltheilen und welchen Verlauf haben sie in denselben?

Es liegt die Annahme nahe, dass die vordere Hälfte des Rückenmarks allein oder doch vorzugsweise der Bewegung vorstehe und ohne Empfindung, hingegen die

hintere allein oder doch vorzugsweise empfindend sei. Alle Empfindungsnerven des ganzen Körpers enden ja an der hintern Wandung des Rückenmarks, alle Bewegungsnerven an der vordern. Man könnte sich vorstellen, in der Mitte des Rückenmarks (von vorn nach hinten, oder bei Thieren von oben nach unten gerechnet) sei der Ort, wo die Wechselwirkung beider Lebenseigenschaften statt fände, wo die Kraft der einen sich übertrüge auf die Kraft der andern, wo Empfindung Bewegung veranlasse, Bewegung Empfindung hervorrufe.

Auch über diesen Gegenstand verdanken wir Magendie eine Reihe von Versuchen, aus denen dieser treffliche Physiologe die Folgerung zog, dass wirklich der hintere Rückenmarkstheil blos empfindlich, der vordere blos motorisch sei. (Journ. III. p. 153.)

Weil aber Magendie's Versuche doch nicht allen Zweifel lösen, weil sich kein ganz bestimmtes Resultat aus ihnen ergiebt, so habe ich, um die grösste Gewissheit über diesen wichtigen Gegenstand zu erlangen, eine sehr grosse Anzahl von Versuchen an Katzen und Hunden gemacht. Ich wählte diese Thiere, weil sie für Schmerz sehr empfindlich sind und weil ich aus vielen früheren Versuchen sehr gut weiss, wie dieselben ihren Schmerz zu äussern pflegen, was von vieler Wichtigkeit ist. Man kann sich hierin gar sehr täuschen; so ist man z. B. leicht geneigt, eine Zuckung als Schmerzäusserung zu nehmen, wo sie es gar nicht ist. Versuche der Art an Fröschen anzustellen, gewährt, wie mit Recht Nasse bemerkt, kein zuverlässiges Prüfungsmittel (s. Nasse Unters. zur Phys. u. Path. B. I. p. 234.). Auch halte ich Kaninchen nicht für ganz geeignet.

Irre ich nicht, so veranlasste nicht nur die Trennung der Rückenmarksnervenwurzeln in die für Empfindung und für Bewegung, sondern vorzüglich auch die bekannte Thatsache, dass es Lähmungen giebt, in denen blos die

Bewegung und nicht die Empfindung und andere, in denen blos die Empfindung und nicht die Bewegung aufgehoben ist, viele zu der vorgefassten Meinung, auch im Rückenmarke müssten beiderlei Nervenarten getrennt sein. Aber dem Experimentator muss bekannt und gegenwärtig sein, dass man durch Versuche zwar beweisen kann aber nie versuchen darf, in der Absicht Etwas beweisen zu wollen. Er darf nie annehmen, es müsse sich Etwas finden lassen, wenn auch noch so viel Wahrscheinlichkeit aus den Phänomenen des gesunden und kranken Lebens dafür hervorzugehen ihm däucht.

Ich habe meine Versuche auf zwei Wegen angestellt, indem ich theils von hinten das Rückgrath öffnete, theils von der Bauchhöhle aus. Ich habe eine Stelle nur kurze Zeit hinter einander gereizt, weil längere Reizung Empfindungs- wie Bewegungskraft abstumpft, und zwar nicht nur an den einzelnen Nerven, sondern auch am ganzen Rückenmarke. Ja schon das einige Zeit hindurch der Luft ausgesetzte Rückenmark hat öfters weniger Empfindung, als sogleich nach der Eröffnung; ebenso erfolgen Bewegungen lebhafter und stärker bei dem noch nicht gereizten Rückenmarke, als bei dem gereizten. Die Eröffnung des Rückgraths von hinten ist bekanntlich ausserordentlich schmerzhaft; nicht selten misslang die Operation dadurch, dass das Rückenmark, wenn auch ganz oberflächlich, verletzt ward. Solche Fälle darf man nicht zu Versuchen anwenden; denn eine geringe Verletzung des Rückenmarks ist oft von den grössten Folgen. Gewöhnlich sind nach vollkommen gelungener Bloslegung doch die höhern Thiere (Frösche meistens nicht, zuweilen aber auch diese) sehr matt und angegriffen; ja ich habe gesehen, dass die unter der geöffneten Stelle liegenden Körpertheile momentan völlig gelähmt waren. Meistentheils erholen sich die Thiere nach einiger Zeit wieder vollständig; manchmal dauert es aber sehr lange. Ich habe aber auch Fälle gesehen, in denen Katzen nach

der Wegnahme der obern Hälfte von zwei und drei Wirbeln so munter und boshaft, als zuvor waren und man ihnen nicht anmerkte, dass sie eben eine so bedeutende Operation ausgestanden hatten. Es sollen nun hier so viele Versuche erwähnt werden, als eben zur Feststellung eines bestimmten Resultats erforderlich sind. Da ich jeden einzelnen sehr oft wiederholt habe, so führe ich natürlich, um unnütze Weitläufigkeiten zu vermeiden, nur die verschiedenen Arten an, nicht jedes einzelne Experiment.

1. Einer Katze wurde in der Lendengegend das Rückenmark blosgelegt. Zerren der Haut machte anfangs sehr lebhaften Schmerz, nach einiger Zeit gar nicht mehr. Das freie Rückenmark ward nur kaum mit der Nadel berührt, als das Thier schon heftig schrie und entfliehen wollte. Nach 5 Minuten reichte diese Reizungsart nicht mehr hin. Ich stach tiefer ein, das Thier wüthete. — Ich machte einen oberflächlichen Einschnitt mit dem Messer, es entstand heftiger Schmerz. Ich schnitt tiefer, bei jedem Schnitte kam neuer Schmerz, doch immer geringer. Als vielleicht noch eine Schicht von zwei Linien zu durchschneiden war, gab auch hier noch das Thier deutliche Zeichen von Empfindung kund.

2. An den untern Brustwirbeln wurde einer andern Katze der Rückgrath geöffnet. Die Stelle wurde oberflächlich mit *Kali causticum* betupft. Das Thier war fast nicht mehr zu zähmen. Es biss sich in seine Vordertatzen, schrie, tobte und kratzte.

3. Einer andern Katze wurde in derselben Gegend der Rückgrath geöffnet; ein Querschnitt durch die ganze Breite des Rückenmarks, etwa zwei Linien tief gemacht und in dieser Höhe ein 1½ Zoll grosses Stück Rückenmark weggeschnitten, dann eine Zeit lang gewartet, bis das Thier schmerzlos zu sein schien; der nun bloslegende Theil ward mechanisch und chemisch gereizt, es zeigte sich auch hier sehr heftiger Schmerz, der

jedoch immer nicht dem gleich war, wenn bei unverletztem Marke der erste Schnitt gemacht wurde.

4. Von hinten nach vorn gerechnet wurde in einer Länge von ungefähr 1 Zoll der dritte Theil des Rückenmarks ausgeschnitten. Reize auf diese Fläche angewandt, brachten auch hier sehr deutlichen Schmerz hervor.

5. Zwei Drittheile der Höhe des Rückenmarks wurden in der Länge von 1 Zoll bei einem Hunde abgetragen, *Kali causticum* auf die Stelle getupft, es entstand lebhafter Schmerz.

6. Einer Katze wurde die Bauchhöhle geöffnet, sämmtliche Därme zurückgeschlagen, in der Gegend des ersten Lendenwirbels die Gefässe unterbunden, die Muskelmassen quer durchschnitten, und ein Wirbelkörper aufgebrochen. Alles dies geht sehr gut und die Operation ist leichter zu verrichten, als von hinten. Sie ist zwar sehr schmerzhaft, das Thier tobte und schrie; aber der Schmerz ist doch bei weitem nicht so heftig, als bei der Eröffnung von hinten. Unversehrt lag das Rückenmark da. Ich reizte mit der Nadel, es entstand sehr deutlicher Schmerz, aber ungleich geringer, als hinten. Ich nahm ein oberflächliches Stück, etwa zwei Linien dick, weg, reizte nun mit *Kali causticum*; sehr lebhafter Schmerz.

7. Einer Katze wurde das verlängerte Mark blosgelegt; schon während der Operation raste das Thier fürchterlich. Jede Berührung brachte neues Toben hervor. Die Katze starb bald.

8. Einem Kaninchen wurde von hinten in der Lendengegend der Rückgrath geöffnet; das Rückenmark gerade in der Mittellinie zwischen der rechten und linken Hälfte durchgeschnitten; während des Durchschneidens entstand sehr heftiger Schmerz; die linke Hälfte ward von hinten nach vorn getheilt. Das linke Hinterbein ohne alle Empfindung; kochendes Wasser, brennendes Siegellack, *Kali causticum* bewirkten keinen Schmerz; das rechte Hinterbein zeigte noch deutliche Empfindung.

Wir ziehen aus diesen oft wiederholten Versuchen in Bezug auf Empfindung folgende Schlüsse:

1) Es giebt keine Schicht in der ganzen Höhe des Rückenmarks, welche ohne Empfindung wäre, in der ganzen Breite, in der ganzen Länge; vorn, hinten, zu beiden Seiten, in der Mitte, überall ist Empfindung.

Diejenigen haben Unrecht, welche die Empfindung an bestimmte Regionen des Rückenmarkes, sei es in die hintern oder die vorderen Stränge desselben verweisen wollen. Die Erfahrung spricht dagegen und keine Meinung, keine Theorie darf uns von dem abbringen, was Versuche mit Sicherheit darthun. Das Rückenmark ist überall empfindlich, — aber:

2) In der äussern Schicht der hintern Rückenmarksfläche ist die Empfindung ungleich stärker, als in der äussern Schicht der vordern Rückenmarksfläche. Diese gedachte Schicht aber weggenommen, so ist die Intensität des Schmerzes nach Reizen ungefähr gleich.

3) Die Empfindungsfasern bleiben in der ganzen Länge des Rückenmarks auf derselben Seite, die rechten rechts, die linken links.

4) Die Empfindungsfasern, welche sämmtlich an der hintern Fläche des Rückenmarks ihren Eingang haben, müssen nothwendig in dieses Organ gelangt, bis zur vordern Fläche gehen, sonst könnte hier keine Empfindung sein.

Wie verhält es sich nun aber hinsichtlich der Bewegung? Stehen vielleicht hier die vordern Stränge blos mit dieser in Verbindung und die hintern nicht? Auch hierüber hönnen nur Thatsachen, nur vorurtheilsfrei angestellte Versuche entscheiden.

9. Einer Katze wurde das Rückenmark blosgelegt.

Es war ganz unverletzt; nach kurzer Zeit das Thier wieder munter. Ich stach nun oberflächlich auf die linke Hälfte des Lumbartheils eine sehr feine Nadel ein. Es entstanden starke Bewegungen des linken Unterkörpers; je weiter ich die Reizung nach aussen ausdehnte, desto mehr Bewegungen entstanden. Ich hielt mich stets oberflächlich an derselben Stelle; nach einiger Zeit hörte die Bewegung auf; ich stach hierauf tiefer ein, und sah von Neuem Bewegungen desselben Körpertheiles, bald erfolgten auch diese nicht mehr; ich stach noch tiefer immer an derselben Stelle, die Nadel durchdrang das Rückenmark, die Bewegung erfolgte auch jetzt.

10. Ich durchschnitt an derselben Stelle in einer Tiefe von etwa drei Linien das Rückenmark von hinten nach vorn hart neben der Mittellinie, bei einem Hunde. Die Mitte des Marks ward nur in einer Breite von 4—6 Linien verletzt, die äussern Seiten rechts und links blieben vom Schnitte ganz frei. Während des Durchschneidens entstanden sehr heftige Bewegungen; wendete ich das Messer rechts, so waren auch die Bewegungen rechts und umgekehrt. Nachdem dieser Schnitt gemacht war, wurde der Hund losgelassen. Die hintern Extremitäten waren schon sehr gelähmt. Er schleppte sie nach, als ob sie nicht mehr ganz zu seinem Körper gehörten, daher waren die Bewegungen sehr behindert. Er war nicht mehr im Stande völlig zu stehen, obwohl er es oft versuchte. Die Beine rutschten vielmehr gleichsam unter ihm weg. Ich nahm nun das Thier von Neuem vor und durchschnitt das Rückenmark in derselben Ausdehnung vollständig. Jedesmal während des Schneidens entstanden von Neuem Bewegungen, ja sogar noch als die letzte ganz dünne Schicht durchgeschnitten wurde, — aber die Bewegungen waren hier sehr gering. Die beiden Seitentheile des Rückenmarkes verbanden den Unterkörper noch mit dem Oberkörper. Das freigelassene Thier hatte nur sehr geringe Kraft in den hinteren Extremitäten, aber

die Bewegung war noch nicht vollends aufgehoben; es wollte sich immer noch aufrichten, aber die Versuche dazu gelangen noch viel schlechter, als vorher. Erst nachdem endlich das Rückenmark vollends getrennt war, wurde der Hinterkörper wie eine Last, welche angebunden schien, mit fortgeschleppt oder vielmehr auf der Erde geschleift.

11. Bei einer Katze wurde in der Länge eines ganzen Lumbarwirbels der hintere Rückenmarkstrang abgelöst und der vordere gereizt. Es entstanden starke Bewegungen; doch nicht in der Art, wie beim unverletzten Rückenmarke.

12. Nach der oben (Vers. 6.) angegebenen Art wurde der Rückgrath von der Bauchhöhle aus geöffnet. Reizungen des blosgelegten Rückenmarkes brachten sehr bedeutende Bewegungen in allen darunter liegenden Theilen hervor. Nun wurde der ganze vordere Strang in der Länge von 1 Zoll weggenommen, und der hintere gereizt; auch jetzt entstanden noch deutliche Bewegungen.

13. Ebenso wurde einer andern Katze der vordere Strang an einer Stelle weggenommen, der hintere blieb. Ich liess das Thier los; es war gelähmt, doch nicht vollständig, ebenso als ob der hintere Strang weggenommen worden wäre.

14. Bei einem Kaninchen wurde das Rückenmark in der Gegend der untern Brustwirbel blosgelegt. Ueber das unverletzte Organ wurde einige Mal mit einer ganz feinen Nadelspitze so leise hergestrichen, dass man kaum eine Verletzung wahrnehmen konnte, dann das Thier losgelassen. Es war nicht nur ungemein träge, sondern in den Hinterbeinen so ausserordentlich schwach geworden, dass es sie schon mehr nachschleppte, als mit ihnen ging, viel weniger hüpfte. Die Lähmung nahm bis zu dem andern Tage noch bedeutend zu.

Ich wiederholte meine Versuche an den verschiedensten Stellen des Rückenmarks und überzeugte mich stets, dass:

1. Bewegungsfasern durch die ganze Dicke des Rückenmarks gehen müssen, dass diese hinten und vorn, innen und aussen, kurz im ganzen Umfange des Rückenmarks liegen.

2. Weil die Bewegungsfasern des ganzen Körpers sich an der vordern Fläche des Rückenmarks sammlen, erscheinen die Bewegungen durch Reizung derselben zwar stärker; aber die Bewegungsfähigkeit wird in demselben Grade aufgehoben durch Zerstörung eines Theiles des hintern Stranges, als durch die des vordern.

Fodera (Mag. Journ. III. p. 191) fand bei seinen Untersuchungen gar keine sichern Resultate, obwohl er daraus schliesst, dass die hintere Hälfte der Empfindung, die vordere der Bewegung vorstehe. Er will zwar auch bei Durchschneidung von hinten freie, willkürliche Bewegung fortbestehen gesehen haben, aber ich muss dies sehr bezweifeln, da ich bei einer zahllosen Menge ganz constant das sah, was ich oben angab. Grade der Willenseinfluss scheint durch die leichteste Verletzung des Rückenmarks aufgehoben zu sein.

Wenn nun im Obigen durch eine Anzahl von Experimenten erwiesen worden ist, dass es keine bestimmten Regionen für Empfindung und Bewegung im Rückenmarke giebt, wenn ferner aus denselben hervorgeht, dass die an der hintern Fläche sich sammelnden Empfindungsnerven bis zur vordersten Fläche sich begeben müssen, dass ebenso die hintenliegenden Bewegungsfasern nach vorn sich wenden müssen, um sich hier als Bewegungswurzeln zu vereinigen, so folgt mit unumstösslicher Gewissheit, dass die Empfindungsfasern, welche von hinten nach vorn laufen, und die Bewegungsfasern sich begegnen und resp. sich kreuzen müssen. (Wir wollen zu einer bessern Verständigung im Folgenden auch von den Bewegungswurzeln so sprechen, als ob sie in das Rücken-

mark hineinliefen, obgleich sie doch eigentlich herauskommen. Diess bringt keinen Unterschied, und die Sache wird dadurch mehr zur Klarheit gebracht.)

Ein Theil der Empfindungsfasern vertheilt sich also in der hintern Hälfte, der andere in der vorderen; ebenso ein Theil der Bewegungsfasern in der vordern, der andere in der hintern. Wenn man das Rückenmark anatomisch untersucht, so sieht man in der That, dass von den vielen Nervenfäden, die strahlenförmig aus den Nervenbüscheln auslaufen, einige nach oben gegen das verlängerte Mark zu, einige gegen die Mittellinie und einige in die Tiefe d. h. die hintern nach vorn, die vordern nach hinten verlaufen. Man kann aber die Nervenfasern im Rückenmarke nur auf eine kleine Strecke verfolgen. Es ist bekannt, dass die Nervenbüschel, welche man auf beiden Seiten und auf beiden Flächen des entblössten Rückenmarks sieht, sich in einiger Entfernung von der Mittellinie in einen Nervenstreifen zu inseriren scheinen. Hebt man aber mit einer Nadel ein solches Nervenbüschelchen in die Höhe, so bemerkt man, dass nur ein Theil seiner Fasern mit den Längsfasern sich vereinigt, welche von oben herunterkommen oder nach oben steigen, die andern gehen unter diesem Längsstreifen durch, theils quer, theils in die Tiefe.

Nach dem oben Erörterten kann es nun auch nicht mehr auffallen, wenn wir Krankheitsfälle aufgezeichnet finden, in denen die Bewegung aufgehoben war und man in der Leiche doch nur die hintern Stränge zerstört fand; während doch die Empfindung unversehrt geblieben ist. Ich brauche nur an einen oben No. 10. erzählten Versuch zu erinnern, in welchem auch nur die Hinterstränge und zwar nur in der Mitte durchschnitten waren und doch Lähmung erfolgt war. Bei diesem Thiere war die Empfindung ebenfalls noch vorhanden, wie dies auch aus unsern Versuchen erhellt. — Ich will die hiehin bezüglichen Fälle nicht aufführen, da sie mit bekannter Genauigkeit von

Nasse in einer trefflichen Abhandlung, auf die ich verweise (a. a. O. p. 226. fg.) sämmtlich erwähnt sind.

Ich sollte meinen, man könnte als Regel aufstellen, so lange die hintern Wurzeln noch mit irgend einem Rückenmarkstheile zusammenhängen und organisch verbunden sind, mag dieser Theil der vordere oder hintere oder bloss ein Seitenstrang sein, so kann Empfindung noch fortbestehen. Hinsichtlich der Bewegung ist es anders, sie geht leichter und öfter zu Grunde, als die Empfindung, und zwar vorzugsweise desshalb weil die Bewegung aus zwei verschiedenen *Modis*, der Beugung und Streckung, besteht. Die Nerven für beide sind, wie wir weiter unten zeigen werden, gesondert. Wird also einer dieser *Modi* aufgehoben, so hört der Einfluss des Willens auf die Bewegung auf.

§. 3.

Schon aus der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks ergiebt sich, dass die Fasern der Nervenwurzeln zum Theil sich nach oben wenden. Sehen wir, ob wir auch durch das Experiment einen sicherern Beweis zu liefern im Stande sind.

14. Ich legte einer Katze das verlängerte Mark blos, indem ich das Hinterhauptsbein und den ersten Wirbel mit einer scharf schneidenden Zange wegnahm. Während der Eröffnung zeigte das Thier sehr heftigen Schmerz und Zuckungen. Ich reizte die rechte Hälfte grade am Eintritte des Rückenmarks in den Schädel. Es entstanden Bewegungen der ganzen rechten Körperhälfte, der Brust, des Bauches, der rechten Extremitäten bis zu den Krallen hin.

Dasselbe beweisen die genauen Versuche Hertwigs (Heckers Annalen der ges. Heilkunde. 1826. p. 150.): „Einem Hunde, sagt H., brachte ich an der rechten Seite des verlängerten Markes schnell hintereinander einige oberflächliche Stiche mit einer Nadel bei. Es traten

sogleich an derselben Seite des Körpers heftige und oft wiederholte Convulsionen aller Muskeln ein, welche etwa fünf Minuten anhielten."

p. 151: „Einem andern Hunde durchschnitt ich fast die ganze rechte Hälfte des verlängerten Markes, vermittelst eines Querschnittes. Es traten sogleich die heftigsten Convulsionen aller Muskeln derselben Seite ein, welche unverändert über drei Minuten lang dauerten; darauf wurde der Körper nach der linken Seite zu gekrümmt und die rechte Hälfte desselben war aller Bewegungsfähigkeit beraubt, aber noch fast ganz so empfindlich als vor dem Versuche, auch mit den beiden linken Füssen konnte das Thier nur sehr schwache Bewegungen ausüben.

(Vielleicht mögen im verlängerten Marke die Empfindungsfasern von beiden Seiten sich schon gekreuzt haben; denn im Rückenmarke folgt nach Durchschneidung einer Hälfte auch Empfindungslosigkeit der unter der Durchschnittsstelle liegenden Körperhälfte. Vgl. Versuch 8. Doch werden wir in einem der folgenden Hefte hierauf zurückkommen.)

Aus allen diesen Versuchen folgt, dass alle Bewegungsfasern für die zur freiern Bewegung bestimmten Muskeln im verlängerten Marke zusammen liegen. (Im Verlauf unserer Untersuchungen wird erwiesen werden, dass auch für alle andere Körperbewegungen die Nervenfasern im verlängerten Marke liegen.)

Eine andere Frage ist, ob nicht auch Fasern abwärts gehen und dadurch Bewegungen des oberen Theils durch Reizung des darunter liegenden Rückenmarks entstehen könnten. Wenn man die Ausbreitung der Fasern der Nervenwurzeln betrachtet, so sieht man allerdings, dass einige Fasern auch abwärts gehen, also auch tiefer liegen, als die Wurzeln selbst. Und wohl mag auch eine Reizung, welche nicht weit unterhalb des Eintritts einer Nervenwurzel angebracht ist, Bewegung veranlassen. Ich habe

darauf nicht genug geachtet. Nie aber sah ich bei Reizung des Lendenmarks Bewegung der obern d. h. bei Thieren vordern Körpertheile.

16. Als ich bei einer starken Katze den Mitteltheil des Lendenmarks der Art durchschnitten hatte, dass beide Seitentheile noch unversehrt waren und dass die Durchschneidung nicht ganz vollständig geschah, sondern etwa ein Theil von zwei Linien Dicke undurchschnitten blieb, wendete das Thier den Kopf beständig nach hinten und blieb bis zu seinem Tode in dieser Stellung. Ich öffnete nachher den Rückgrath seiner ganzen Länge nach und fand, dass von dem noch undurchschnitten gebliebenen Stellchen an bis zum verlängerten Marke ein schmaler Streif entzündet war. Dieser Streif war weicher, als die Umgebung und gesättigt blauroth gefärbt. Da ich auf so viele andere Zustände während des Lebens zu achten hatte, so beobachtete ich nicht, wie sich die vordern Extremitäten hinsichtlich ihrer Beweglichkeit verhielten.

Sonst habe ich aber nicht Einmal mehr bei meinen vielen Versuchen einen deutlichen Einfluss des Rückenmarks auf weiter nach oben liegende Körpertheile wahrgenommen; doch halte ich das Vorkommen für nicht zu entfernt liegende Theile möglich. Nasse hat wiederum die Fälle zusammengestellt, wo Lähmungen der obern Gliedmassen erfolgten, obwohl die Entartung des Rückenmarks sich an Stellen befand, die weit tiefer lagen; und wir verweisen daher auf dessen schon erwähnte Abhandlung p. 245. Solche Fälle finden in der oben gegebenen, durch den Nervenverlauf, sowie durch den oben erwähnten Versuch ihre Erklärung. Lähmung der obern Glieder vom Lendenmarke aus ist auch durch Krankheitsfälle nicht erwiesen. (Ebendas. p. 246.)

Die Erscheinung, dass Rückenmarkskranke oft ihre Stimme verlieren und dass nach Chaussats Beobachtung, mit der meine eignen ebenfalls übereinstimmen, die Durchschneidung des Rückenmarks zwischen den obern

Wirbeln oft dieselbe Folge hat, erklärt Nasse (Ebend. p. 249) durch Einwirkung des Halsmarkes auf das Gehirn. Wir möchten es lieber durch die direkte Einwirkung auf den *N. vagus*, dessen Wurzeln bis weit ins Rückenmark herab zu verfolgen sind, erklärt wissen; sowie es, um auch dies noch nebenbei zu erwähnen, wahrscheinlich ist, dass auch die Schwäche und der Verlust des Gesichtssinnes bei *Tabes dorsualis* nicht von einer Einwirkung des Halsmarkes auf das Gehirn, sondern auf die Wurzeln des sich gleichfalls bis ins Rückenmark verbreitenden *N. trigeminus* herrühren möchte.

§. 4.

Unbezweifelt steht die Thatsache fest, dass die Bewegungsfasern im Rückenmarke stets auf derselben Seite bleiben. Von der sog. *Cauda equina* an bis zum obersten Halstheil bringt jede Reizung der rechten Hälfte Convulsionen in der rechten Körperhälfte und Durchschneidung jener auch Lähmung dieser hervor und umgekehrt. Alle Krankheitsfälle bestätigen den Erfahrungssatz und wenn einzelne widersprechend sind, z. B. der bekannte von Portal (*Anat. med. t. p. IV. p. 116.*), so sind diese nur höchstens als Ausnahmen, wo nicht gradezu als irrthümlich zu betrachten.

Auch im verlängerten Marke sollen nach des trefflichen Flourens Beobachtungen Reizung und Durchschneidung einer Seite Zuckungen und Lähmung stets derselben Körperhälfte zur Folge haben. Und diese Beobachtung hat Fl. nicht nur an Vögeln, sondern auch an Säugethieren und Amphibien gemacht.

Vgl. Versuche und Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems bei Thieren mit Rückenwirbeln, von P. Flourens. A. d. Franz. v. G. W. Becker. Leipzig 1824. p. 105 fg.

Auch Hertwig (a. a. O. p. 153) bestätigt, dass „die Wirkungen auf derselben Seite, wo die Reizung des verlängerten Markes statt findet, erfolgen."

Meine Versuche haben jedoch die Resultate, welche diese Männer aus den ihrigen zogen, nicht vollkommen bestätigt; so oft ich sie auch widerholte. Ich muss sie daher hier aufführen.

17. Bei einer Katze legte ich das kleine Gehirn, das verlängerte und das Rückenmark bis zu den zwei obersten Halswirbeln blos. Ich reizte nun das verlängerte Mark, zuerst grade an der Stelle, wo es in den Schädel eintritt, der Mittellinie ziemlich nahe, auf der rechten Seite, mit einer Nadelspitze. Es entstanden heftige Convulsionen derselben Seite in der untern Extremität. Ich reizte sodann weiter nach vorn gegen den *Pons* hin auch rechts unfern der Mittellinie, es entstand heftiges Zittern und Zucken der beiden hintern Extremitäten und der rechten vordern. Ich reizte endlich ganz nahe dem *Pons* ebenfalls rechts das verlängerte Mark, auch der Mittellinie nahe, es entstand jetzt Zittern der rechten vordern und der linken hintern Extremität, aber nicht der rechten. Die Reizungen geschahen ganz oberflächlich. Bald starb das Thier.

18. Ich öffnete einer andern Katze den Hinterkopf und die ersten Wirbel, reizte mit einer Nadelspitze die linke Seite des verlängerten Markes, unfern der Mittellinie ganz nahe dem *Pons;* auf einer sehr beschränkten Stelle; es entstanden augenblicklich die heftigsten Convulsionen des rechten Hinterbeines; beide Vorderbeine blieben ganz ruhig. Ich strich mit der Nadel an derselben Stelle mehr nach aussen, es zitterte und zuckte das linke Vorderbein und das rechte Hinterbein, die beiden andern Extremitäten blieben ruhig. Das Thier starb rasch.

19. Ich legte bei einer Katze ebenfalls das verlängerte Mark blos, strich mit einem spitzen Messer über dem-

selben an der rechten Hälfte ganz nahe dem *Pons* hin, in der Richtung von der Mittellinie aus nach aussen; es entstanden sehr heftige Bewegungen, das Thier hob unter beständigem Zittern das rechte Vorderbein und das linke Hinterbein beide in starrer Beugung in die Höhe. Ich führte nun die Nadel weiter nach hinten gegen das Rückenmark hin, und nun entstanden die schrecklichsten Convulsionen im rechten Hinterbeine. Das rechte Vorderbein bewegte sich nur ganz wenig, die Reizbarkeit war erloschen. Dies Thier blieb noch ungefähr 10 Minuten am Leben, dann starb es.

20. Ich zerstörte einem kräftigen Kater mittelst eines Troikarts einen grossen Theil des grossen Gehirns. Das Thier ward in mässigem Grade betäubt, zeigte übrigens keine auffallenden Veränderungen. Dann öffnete ich ebenso, wie in den vorigen Versuchen, den hintern Schädel und reizte ebenfalls ganz nahe dem *Pons* die linke Hälfte des verlängerten Markes. Auch hier sah ich die heftigsten Convulsionen der linken vordern und rechten hintern Extremität.

Somit war hiedurch mit aller Gewissheit der Beweis geliefert, dass im verlängerten Marke die Kreuzung der Bewegungsfasern der untern Extremitäten statt finde, während die obern Extremitäten-Nerven hier noch nicht gekreuzt sind. Aber die Kreuzung jener Nerven findet erst unweit dem Ende des verlängerten Markes statt und nicht oder nur wenig noch beim Eintritt in die Schädelhöhle.

Daher lässt sich die Behauptung von Flourens und Hertwig sehr gut erklären, welche, wie wir gesehen haben, für den Anfangstheil des verlängerten Markes ganz richtig ist.

Da das Bloslegen des verlängerten Markes zu den schrecklichsten und schmerzhaftesten Operationen gehört,

so wollte ich die betreffenden Versuche an eben getödteten Thieren machen. Ich kam aber auf diese Weise gar nicht zum Zwecke. Denn gewöhnlich ehe das verlängerte Mark frei daliegt, ist jede Reizbarkeit erloschen. Man sieht selten noch hie und da eine Zuckung, und sieht man eine solche Bewegung, so kann man daraus Nichts schliessen; denn die einzelnen Muskeln verlieren nicht zu gleicher Zeit ihre Reizbarkeit. Wer sich die Mühe nehmen will, öffne nur einmal bei einem eben getödteten Thiere das Rückenmark und zugleich lege er die Muskeln irgend eines unter der geöffneten Stelle befindlichen Theiles blos; dann zucken gewöhnlich nach einer Reizung des Rückenmarks nur ein oder zwei Muskeln, die andern sind gegen jede Reizung bewegungslos. Man darf also von solchen Versuchen kein Resultat für die freiern Bewegungen erwarten, während sie für die minder freien, die sog. unwillkührlichen, grade die besten sind. Ich habe zuweilen sogar gefunden, wenn ich einem lebenden Thiere das Rückenmark durchgeschnitten hatte und nach etwa zwei Sekunden auf mechanische oder chemische Weise den Theil unter der Durchschnittsstelle reizte, dass auch keine Spur irgend einer Zuckung wahrzunehmen war. Doch sind mir auch wieder Fälle bekannt, wo längere Zeit nach dem Tode von dem Rückenmarke aus Zuckungen an verschiednen Körpertheilen erzeugt werden konnten, und an solchen konnt' ich dann wieder manches Interessante bemerken. So konnte ich einige Male Bewegungen des rechten Vorderbeines, dessen Muskeln offen dalagen, durch Reizen der rechten und linken Hälfte des verlängerten Marks sehen und ich glaube aus dieser Beobachtung schliessen zu können, dass schon im verlängerten Marke einige wenige Fasern der motorischen Nerven für die Vorder-Extremität sich kreuzen, während für die meisten derselben die Stelle der Kreuzung eine andre ist.

§. 5.

Wir haben eben des Beispiels halber angeführt, dass manchmal nach der Durchschneidung des Rückenmarks der unter der Durchnittsstelle liegende Theil sehr rasch seine Reizbarkeit verlöre und nicht die geringste Bewegung in den von ihm beherrschten Muskeln mehr entstünde, wenn man auch gleich nach jener Operation mechanische oder chemische Reize auf ihn anbrächte. Dies ist aber keineswegs immer der Fall. Oft bleibt die Reizbarkeit noch eine längere oder kürzere Zeit in dem getrennten Stücke, aber die Empfindung ist bekanntlich immer rasch für immer dahin. Hat man nun unter den vorausgesetzten Umständen eine solche einfache Durchschneidung z. B. zwischen dem letzten Brust- und dem ersten Bauchwirbel gemacht, so öffne man sodann den ganzen Rückgrath unter der Durchschnittsstelle, was dem Thiere gewöhnlich keinen Schmerz verursacht. Man löse ferner die äussere Haut des ganzen Hinterkörpers ab, so dass man alle Muskeln zu Gesicht bekommt. Sticht man dann mit einer Nadelspitze in das blosliegende Rückenmark bald an dieser bald an jener Stelle, so wird man gewahr, dass bald der, bald jener Muskel sich bewegt, und bei länger fortgesetztem und öfter wiederholtem Versuche merkt man sich wohl einzelne Stellchen im Rückenmarke, von denen aus man einzelne Muskeln zur Bewegung veranlasst. So oft man mit der Nadel eine solche Stelle berührt, so oft zuckt derselbe Muskel, während die Reizung einer Nachbarstelle keinerlei Bewegung desselben hervorruft. Hieraus kann man schliessen, dass die Bewegungsfasern im Rückenmarke sich nicht mit einander verbinden, sondern dass an gewissen Stetlen jedesmal auch die Nerven für gewisse Muskeln zu finden sein müssen.

Es war also eine wichtige Aufgabe für uns, die Stellen im Rückenmarke genau kennen zu lernen, an welchen die Bewegungsfasern je einzelner Körper liegen

und wo gleichsam die einzelnen Bewegungsapparate repräsentirt sind.

Die Erforschung war nicht leicht. Es war eine übergrosse Anzahl von zum Theil sehr grausamen und mühevollen Versuchen erforderlich, um den Zweck zu erreichen. Wer je an diesen Körperstellen experimentirt hat, wird die ganze Grösse von Schwierigkeiten zu bemessen im Stande sein, welche sich dem Versuchenden bei solchem Unternehmen entgegen stellen. Das öftere Misslingen, was immer und immer wieder von Neuem eine Wiederholung erheischt, fordert die grösste Beharrlichkeit, die grösste Geduld und — die grösste Ruhe und Kälte. Aber wie häufig tritt zwischen dem dringendsten Streben, die Wahrheit zu finden, hemmend ein Gefühl des Mitleids für die geopferten Thiere, und lähmt unsere Hände, umnebelt unsere Sinne und führwahr — es bedarf oft unserer ganzen Kraft, wenn wir uns rüsten wollen gegen solche innere Stimmen und nicht verzagt von unserm Vorhaben abstehen. Ich spreche diese Worte gerade hier aus, weil ich bei keinen andern Versuchen so unglücklich war, als bei diesen; so oft vereitelten Nebenumstände ein erfolgreiches Resultat; ungewöhnliche Blutungen kamen zu häufig vor; unpassende Thierindividuen wurden zum Versuche gebracht; oft trat rascher Tod ein, scheinbar, ohne alle Ursache, wenn alle Vorbereitungen getroffen waren. So geschah es denn, dass ich wochenlang experimentirte, ohne ein Ziel zu erreichen. Ich stand aber nicht ab und fand auch endlich bestimmte Resultate.

Ich kann unmöglich die einzelnen Versuche alle erzählen, die ich anstellte, weil ich nicht im Stande bin, an jeder Stelle des Rückenmarks durch Beschreibung die kleinen Punkte zu bezeichnen, durch deren Reizung der eine oder der andere Muskel in Bewegung gesetzt wurde. Ich muss mich hier mehr auf die Resultate beschränken.

21. Wenn ich mit einer Nadelspitze die oberflächlichste Schicht des blosgelegten Rückenmarks berührte, und zwar mit der Nadel von der Mittellinie bis nach aussen fuhr, so bewegte sich jedesmal auf der Seite der gereizten Rückenmarkshälfte das Hinterbein, und zwar geschah dies am ganzen Rückenmarke von unten nach oben. Nahm ich nun die oberste Schicht an irgend einer Stelle hinweg und reizte wiederum auf dieselbe Weise, jedesmal bewegten sich die hintern Extremitäten. So nahm ich an den verschiedensten Stellen des Rückenmarks bei sehr vielen Thieren eine immer stärkere Schicht weg, immer sah ich, wenn Reizung überhaupt noch wirkte, dass sich die hintern Extremitäten bewegten, und dies selbst einmal, als noch eine ganze dünne Schicht übrig war und diese mit einer Nadel gestochen wurde.

Hieraus musste man schliessen, dass die Bewegungsfasern für die untern Extremitäten nicht etwa in einer Schicht des Rückenmarks zu suchen seien, welche sich der Breite nach, (d. h. von rechts oder links nach der Mittellinie) ausdehnte; sonst hätte nach der allmählich vorgenommenen Wegnahme einzelner Schichten von oben nach unten (d. h. vom hintern nach dem vordern Strange zu) nicht jedesmal Bewegung der hintern Extremitäten sich zeigen können, wenn man von Neuem reizte. Lägen z. B. in der obersten (bei Menschen: hintersten) Breitenlage die motorischen Fasern der Beine, so würden diese nothwendig keine Zuckungen mehr zeigen können, wenn schon mehrere Lagen weggenommen sind. Ich schloss vielmehr, dass diese Fasern ihren Verlauf von oben nach unten (von hinten nach vorn beim Menschen) haben müssten und desshalb musste man sie jedesmal mitreizen, wenn man eine Schicht nach der andern wegnahm und diese reizte.

Dasselbe Gesetz sah ich bei den Bauchmuskeln, bei den Brustmuskeln, bei den Vorderbeinmuskeln obwalten. Es war ganz allgemein.

22. Ich hatte zum Oeftern bei vielen Thieren die ersten Halswirbel entfernt und nun die schöne Wahrnehmung gemacht, dass wenn man ganz nahe der Mittellinie die Reizung vornimmt, sich die hintere Extremität der betreffenden Seite bewegt, die vordere aber ruhig bleibt. Ging ich nun mit meiner Nadel mehr nach aussen, so bewegte sich, nachdem das Hinterbein ruhig geworden, nur das Vorderbein und das hintere blieb ruhig. Legte ich nun in der untern Lendengegend das Rückenmark blos, so brachte ein Reiz auf eine von der Mittellinie weiter entfernte Stelle eben so gut als nahe an derselben Bewegungen der Hinterbeine hervor.

Durch eine Reihe von Versuchen kam ich denn endlich zu dem Resultate, das man von unten nach oben zu immer mehr sich der Mittellinie des Rückenmarks nähern muss, um die Hinterbeine zu bewegen. Ich wusste aber auch, dass am Ende des verlängerten Marks die Reizung der einen Seite, die Bewegung der entgegengesetzten veranlasst; und aus allem diesem schloss ich dann, dass die Bewegungsnerven für die untern Extremitäten sich von unten nach oben immer weiter nach der Mittellinie hindrängen und sich endlich von beiden Seiten im verlängerten Marke kreuzen.

Cf. Valentin l. c. §. 288. 6: Medulla oblongata superiori devastata paralysis extremitatis inferioris oppositae intrat, ut utriusque lateris cruciationem hoc loco jam factam esse eluceat.

Dasselbe Gesetz fand ich nun durch Versuche in Hinsicht der Bauch-, der Brust- und der Vorderbeinmuskeln bestätigt.

A l l e m o t o r i s c h e n N e r v e n f ü r d i e f r e i e r e B e w e g u n g d r ä n g e n s i c h v o n a u s s e n n a c h d e r M i t t e l l i n i e h i n, v o n a u s s e n s e t z e n s i c h i m m e r n e u e F ä d e n a n, b i s s i e e n d l i c h s o w e i t n a c h i n n e n k o m m e n, d a s s s i e s i c h m i t d e n e n v o n d e r a n d e r n R ü c k e n m a r k s h ä l f t e k r e u z e n. Die

Fasern, für die hintern Extremitäten kreuzen sich also, wie schon gesagt, schon am obersten Theil des verlängerten Marks, die für die vorderen erst in der Brücke; wo die für die Bauch- Brust- und Rückenmuskeln sich kreuzen, kann ich aus Mangel zulänglicher Beobachtung nicht bestimmen.

Will man sich nun ein Bild vom ganzen Faserverlaufe der Nerven im Rückenmarke machen, so denke man sich eine Markschichte, welche von oben nach unten (oder bei Menschen von hinten nach vorn) liegt. Die am meisten nach innen d. h. an der Mittellinie liegende stellt die vor, in welcher die Nerven für die hintern (untern) Extremitäten vereinigt sind. Nun setzen sich wie das Rückenmark in die Höhe steigt immer neue Markschichten an, wodurch dies Organ immer stärker wird. Ganz oben liegt die Markschicht für die Nerven der obern Extremitäten, weit nach aussen. Könnten wir eine solche Markschicht von allen andern Bestandtheilen des Rückenmarkes, welche nicht Empfindungsfasern und nicht Bewegungsfasern sind, befreit darstellen so müsste nothwendig der Verlauf der Fasern in derselben von der Seite gesehen, wie in beistehender Figur, erscheinen.

a′ a b′ b c′ c

a — a′
b — b′
c — c′

a b c sollen Empfindungs- a′ b′ c′ Bewegungsfasern darstellen. Beiderlei Fasern begegnen und kreuzen sich und es lässt sich leicht denken, dass ein Reiz, welchen man auf eine Empfindungsfaser z. B. b an-

wendet, sich der entsprechenden Bewegungsfaser b′ mittheilt, gleichsam dahin entladet; dass ferner, wenn ein Reiz stärker ist und daher die Entladung des Empfindungs- auf den Bewegungsnerven in der Kreuzung zwischen b und b′ nicht vollständig geschieht, dann auch noch die zunächst folgende Faser a′ zur Mitbewegung angetrieben wird. Obwohl also die motorischen Fasern so wenig als die sensiblen im Rückenmarke vereinigt sind, so lässt es sich doch sehr leicht durch diesen Verlauf erklären, wie ein Eindruck auf einen Empfindungsnerven nicht nur eine Bewegung überhaupt hervorruft, sondern wie ausser der Bewegung durch die mit ihm correspondirenden motorischen Nerven auch eine in den Nachbartheilen entstehen kann.

Zunächst ist nun zu untersuchen, ob die motorischen Fasern für die freiere Bewegung sich am Ende des verlängerten Marks endigen oder ob sie weiter fort gehen; also entweder in den *Pons* oder in das kleine Gehirn, da mit beiden Theilen das verlängerte Mark sich verbindet.

§. 6.

Versuche über den *Pons* haben Kraus und Hertwig angestellt. Die Resultate, welcher Jener gewann, kenne ich nicht aus seiner eignen Schrift, sondern aus Valentins Werk.

Krauss diss. de cerebri laesi ad motum voluntarium relatione Vratislav. 1824.

Hertwig a. a. O. p. 144.

Valentin l. c. p. 137.

Wir können hier noch nicht von den eigentlichen Verrichtungen des *Pons* sprechen, dies wird weiter unten erst geschehen. Wir haben hier nur zu fragen, ob Reizungen dieses Gehirntheiles noch auf die freieren Körperbewegungen einwirkt. Meine desshalb angestellten Versuche ergaben ganz dasselbe, wie die von Hertwig. Dieser treue Beobachter sagt:

„Durch mechanische Reizungen und Verletzungen der Brücke werden mässige und bald vorübergehende convulsivische Muskel-Zusammenziehungen erregt.“

Die Thiere, an denen ich Versuche der Art anstellte, starben alle sehr rasch, nachdem dieser Theil blosgelegt war. Er hat, wie auch Hertwig bemerkt, Empfindung und durch Reizung auf einer Seite desselben entsteht auf der entgegengesetzten Körperseite Bewegung; und zwar sowohl in den Vorder- als in den Hinterbeinen. Doch ist dieselbe ungleich geringer, als wenn das verlängerte Mark selbst gereizt wird. Wir können daraus und aus dem gleich zu Erwähnenden schliessen, dass die motorischen Fasern in dem *Pons* ihr Ende erreichen oder ihre Einwirkung auf Bewegung verlieren; und zweitens dass sämmtliche Nerven, welche der freiern Bewegung vorstehen, hier sich gekreuzt haben, so dass die der rechten Körperhälfte auf der linken, die der linken Körperhälfte auf der rechten Seite der Brücke zusammen liegen. Nie enstehen Bewegungen derselben Seite, auf welcher man jenen Gehirntheil reizt.

Ueber die Verrichtungen des kleinen Gehirns finden wir zwar eine sehr grosse Anzahl von Beobachtungen aufgezeichnet und eine Masse von Versuchen an lebenden Thieren ist gemacht worden; aber die meisten dieser Arbeiten sind, so lobenswerth ihr Zweck war, doch von sehr untergeordnetem Werthe. Man stellte nämlich Versuche an Gehirntheilen an, ohne dass man diese vollends entblösste, ohne dass man sich überzeugen konnte, ob der angebrachte Reiz wirklich den Ort treffe, den man treffen wollte, und ob auch ihn nur allein, ob man ihm in seinem ganzen Umfange beikomme, ob die Entfernung eines Gehirntheiles vollständig geschehen war, ob nicht auch andere mit weggenommen oder zerstört waren. Und alles dies ist durchaus erforderlich, um genaue Resultate zu erzielen. Erst Flourens hat dies gehörig berücksichtigt; seine Erfahrungen, für die die Wissenschaft ihm

ewig Dank zollen wird, in ihrer Wahrheit und Treue, — sie finden sich jedem Beobachter aufs Vollkommenste und Wahrste bestätigt. Hertwig hat mit seltner Genauigkeit alle diese Versuche wiederholt, und konnte natürlich nur dasselbe wieder sehen, wie Flourens. Die frühern Beobachtungen hingegen von Haller bis Rolando dürfen eben wegen der Unvollkommenheit, mit der sie ausgeführt wurden, nicht als beweisend angesehen werden. Sie haben nur historischen Werth. Deshalb scheint es nicht billig, wenn solche ungewisse Beobachtungen benutzt werden, um über die Verrichtungen der Theile Resultate zu gewinnen, wie dies in dem gewiss sehr verdienstlichen und mit bewundernswürdigem Fleisse ausgearbeitetem Werke von Burdach (V. Baue und Leben des Gehirns 3 B.) nur zu oft geschehen ist.

23. Oeffnet man einem Säugethiere, einem Vogel, einem Fische oder einem Amphibium den Hinterkopf und reizt das kleine Gehirn mechanisch oder chemisch, ohne irgend einen andern Theil zu berühren, so entstehen in keinem Falle, unter keiner Bedingung Convulsionen; nimmt man Lage für Lage von demselben Theile und reizt wiederholt, nie sieht man die geringste Zuckung in den Theilen für freie Bewegung entstehen. Nur wenn man dem verlängerten Marke ganz nahe ist, dann habe ich allerdings solche beobachtet, doch eben auch nur in den untersten Lagen, weiter oben nie und nimmer.

Man vergl. Flourens klassisches Werk p. 18, p. 34, p. 39 und an vielen andern Stellen.

Hertwig a. a. O. p. 137. No. 2.

In dem kleinen Gehirne liegen also keine oder höchstens an seiner nächsten Verbindung mit dem verlängerten Marke wenige motorische Fasern für die freie Körperbewegung.

Aus den von Flourens und Hertwig angestellten Versuchen ergab sich, dass Reizungen der Vierhügel zuckende Bewegungen, jedoch in viel geringerm Grade

nach sich zogen, als ob das verlängerte Mark gereizt wurde. Fl. sagt: (p. 18.)

„Ich entblösste das kleine Gehirn bei einer Taube und durchstach es mit einer Nadel in mehreren Richtungen von einer Fläche zur andern. Ich nahm es lagenweise hinweg. Das Thier rührte sich nicht. Nun ging ich zu den Halbkugeln des Gehirns. Das Thier bewegte sich eben so wenig. Ich reizte die *Tubercula quadrigemina* und nun begannen Unruhe und Zuckungen; diese Unruhe und Convulsionen nahmen um so mehr zu, je näher ich dem verlängerten Marke kam."

„Ich habe diesen Versuch unzählige Mal gemacht und der Erfolg war immer derselbe."

„An einem ältern Hunde reizte ich die *Corpora quadrigemina*. Es erschienen leichte Zuckungen. Ich that es bei dem verlängerten Marke und nun erschienen sehr heftige."

Hertwig schliesst aus seinen Versuchen: dass durch von aussen erfolgende Einwirkungen auf diesen Gehirntheil convulsivische Muskelbewegungen in einem mässigen Grade erregt werden. (p. 143.) H. hat, wie er selbst sagt, nur irrthümlich in seiner Schrift: *de effectibus laesionum in partibus encephali p.* 21 die Meinung ausgesprochen, die Vierhügel erregten keine Zuckung.

Die Zuckungen erfolgen nach meinen Versuchen immer auf der der Reizung entgegengesetzen Körperhälfte und sind noch weniger anhaltend und intensiv, als die nach Reizung der Brücke.

Die Reizung der Hemisphären des grossen Gehirns erregt nach dem einstimmigen Zeugnisse aller Experimentatoren und selbst nach den aus pathologischen Fällen gewonnenen Resultaten nicht die geringste Bewegung des ganzen Körpers.

Auch das *Corpus callosum*, die gestreiften Körper und die Sehhügel bringen gereizt keine Bewegung hervor.

Vergl. Flourens a. a. O. p. 18 u. 19. Hertwig a. a. O. p. 28. No. 10.

Hertwig bemerkte Zuckungen und Schmerz bei Verletzung der Basis des Gehirns (p. 19). Ich habe Aehnliches bemerkt, kann aber nicht bestimmen, ob vielleicht die Reizung der D. M., oder auch ein Nervenast die Ursache war. Wir können daher kein besonderes Gewicht auf diese Beobachtungen legen.

Wir wären nun soweit gekommen, zu bestimmen, an welchen Theilen des Central-Nervensystems sich motorische Fasern für die freie Bewegung des Körpers finden, an welchen nicht. Im ganzen Rückenmarke, im verlängerten Marke, im *Pons*, in den Vierhügeln, wahrscheinlich in der untersten Lage des kleinen Gehirns, vielleicht auf der *Basis* des Gehirns sind motorische Fasern; Reizung der genannten Theile bringt Zuckung hervor; und dies galt uns zum Zeichen für die Begriffsbestimmung einer motorischen Faser. Wegnahme dieser Theile bringt zwar immer Lähmung hervor und muss sie hervorbringen, aber wir werden unten sehen, dass die Entstehung der Lähmung nicht einzig von dem Dasein der motorischen Fasern abhängt, sondern auch noch von andern Ursachen bedingt wird.

§. 7.

Bis hieher war immer nur von Bewegung im Allgemeinen die Rede, es wurde mit Absicht Nichts von der Art derselben gesprochen, um den Gegenstand nicht zu verwirren. Eine höchst wichtige Frage war nun die, ob die Elemente jeglicher freien Bewegung, nämlich Beugung und Streckung, ebenfalls im Rückenmarke geschieden sind, wie die Nervenmassen der einzelnen Körpertheile auch sich nicht mit einander vermischen. Dies musste ein Gegenstand sehr umfangreicher Forschungen sein, zumal hierüber noch wenige Beobachtungen vorlagen. Die einzigen genauern Thatsachen sind, soviel ich weiss, von *Valentin* (*l. c. p.* 133 *sqq.*) aufgestellt worden; denn

was *Berlingeri (Omodei annali universali di medicina 1824 p. 425)* behauptet, bedarf noch ganz des Beweises. Dieser letztere Schriftsteller stellt nämlich die Meinung auf, dass die hintern Rückenmarksstränge der Streckung, die vordern der Beugung vorständen, ohne sie durch Thatsachen hinlänglich zu erhärten. Valentin behauptet dasselbe und unterstützt seine Behauptung durch eine Anzahl von Versuchen, namentlich an Fröschen, welche er angestellt hat. Es ist nothwendig, die meisten von Valentin's Versuchen hier mit seinen eignen Worten in treuer Uebersetzung zu wiederholen, weil die Resultate meiner Versuche nicht ganz damit übereinstimmen.

„§. 288. Wenn verschiedene Theile des Gehirns und Rückenmarks gereitzt werden, so entsteht entweder Beugung oder Streckung des Kopfs, des Rumpfs und der Extremitäten. Am deutlichsten und sicherer als bei andern Thieren kann man diese Beobachtung an Fröschen machen, denen man den Rückgrath von hinten öffnet und das Rückenmark mit einer graden oder krummen Nadel reizt. 8. Wird der obere Strang des Rückenmarks in der Gegend des zweiten oder dritten Wirbels gereizt, so wird die vordere Extremität derselben Seite (nicht die der entgegengesetzten, wenn man vorsichtig experimentirt) gestreckt und nach hinten gezogen; bei grösserem Drucke aber, wodurch auch der untere (vordere) Strang gereizt wird, werden jene gegen das Maul gezogen. Wenn eine oder die beiden untern Extremitäten bewegt werden, so werden sie nicht gestreckt, sondern so gebeugt und angezogen, dass die Zehen des Fusses das verletzende Instrument berühren. 9. Wenn die vordere Hälfte des Rückenmarks an jener Gegend gereizt wird, so bewegt sich die vordere Extremität gegen den Kopf zu. 10. Wenn die hintere Hälfte des Rückenmarks, die der Gegend des vierten Wirbels entspricht, mit einer Nadel gereizt wird, so ziehen sich vorzüglich die obern

Bauchmuskeln wie beim Athmen (doch mit grösserer Heftigkeit zusammen,) dass dadurch die Bauchhöhle verkleinert wird. Wird die untere Hälfte, ein wenig weiter unten, gereizt, so bewegt sich auf dieselbe Weise der untere Theil der Bauchmuskeln. 11. Wird die hintere Hälfte des Rückenmarks vom sechsten Wirbel an bis nach unten gereizt, so werden die hintern Extremitäten gestreckt. 12. Wird die vordere Hälfte gereizt, so werden sie gebeugt.

§. 290. Wenn ein Theil des Rückenmarks in der Lendengegend bei einem Kaninchen blosgelegt und der hintere Strang gereizt wird, streckt das Thier die hintern Extremitäten, wird der vordere Strang gereizt, so beugt es dieselben."

Hieraus schliesst nun Valentin:

„§. 289. 3. An denen Stellen, an welchen die Wurzeln der hintern und vordern Extremitäten-Nerven, in das Rückenmark eintreten, bringt eine Reizung der hintern (obern) Rückenmarkshälfte Streckung der obern oder untern Extremitäten hervor; wird die vordre (untere) Hälfte gereizt, so entsteht Beugung. Hieraus scheint hervorzugehen, dass nach dem Eintritt in's Rückenmark die Nervenfasern für die Streckmuskeln nach oben gehen (und die Empfindungsfasern abwärts;) dagegen die Bewegungsfasern für die Beugemuskeln unten bleiben (und die Empfindungsfasern oben.) 4. Geht man aber vom Eintritt der Nerven der untern Extremitäten in's Rückenmark weiter nach vorn, so muss man um Streckung zu bewirken, desto tiefer reizen und leichter entstehen unordentliche und Beuge-Bewegungen; hier aber wird schon durch oberflächliche Reizung eine Zusammenziehung der Bauchmuskeln hervorgebracht.

Der Verlauf der Fasern im Rückenmarke ist hienach folgender: Die Empfindungs- und Bewegungsfasern einer jeden Seite mischen sich nach ihrem Eintritte in's Rückenmark der Art, dass die Bewegungsfasern der

Strecker nach oben (hinten) und wahrscheinlich ihre Empfindungsfasern nach unten (vorn) gehen und die Bewegungsfasern für die Beuger unten (vorn) bleiben (die Empfindungsfasern oben (hinten). Da nun neue Fasern (der Bauchmuskeln und anderer Organe) hinzutreten, so gehen die Bewegungsfasern für die Strecker der untern Extremitäten etwas tiefer, die Bewegungsfasern für die Beuger etwas höher, so dass sie sich von der Oberfläche entfernen und dem Centrum nähern. Da dasselbe Verhältniss sich auch bei den obern Extremitäten findet, so folgt, dass das Gesetz für das ganze Rückenmark gültig sei. Ist dies so, was kaum bezweifelt werden kann, so legen sich die Bewegungsfasern der Strecker da, wo sie in's Rückenmark eintreten, an die Empfindungsfasern der Beuger und die Empfindungsfasern der Strecker an die Bewegungsfasern der Beuger; so dass in demselben Momente die Ganglienkerne die Bewegungsfasern der Beuger und die Empfindungsfasern der Strecker und umgekehrt, und im nächsten Momente durch Reflexion die Bewegungsfasern der Strecker und Empfindungsfasern der Beuger und umgekehrt mit Nervenkraft versehen und zu der nöthigen Muskelthätigkeit antreiben können. Dieser Antagonismus in der Verrichtung (*antagonismus physiologicus*) wird durch den Antagonismus in dem Bau (*antagonismo anatomico*) des Nervencentrum bewirkt. Wenn neue Wurzeln nun hinzutreten, so werden von Neuem die Empfindungs- und Bewegungs-Fasern auf dieselbe Weise sich vertheilen, und daher muss es kommen, dass sich die Bewegungsfasern der Strecker und die Empfindungsfasern der Beuger von oben (hinten) nach unten (vorn), dann die Empfindungsfasern der Strecker und die Bewegungsfasern der Beuger von unten nach oben dem Centraltheile des Rückenmarks nähern. Genau bestätigt dies das Experiment. Trennt man nämlich das Rückenmark und reizt die obere (hintere) Fläche des obersten Theiles desselben, so werden die obern Extremitäten,

reizt man die untere (vordere) Fläche des obersten Theiles, so werden die untern Extremitäten gestreckt; wird die oberste Fläche des weiter unten gelegenen Rückenmarks gereizt, so entsteht Beugung der untern, wird die unterste Fläche derselben Stelle gereizt, Beugung der obern Extremitäten. Also nähern sich die Bewegungsfasern der Strecker und Beuger der hintern Extremitäten mehr, als die der vordern; oder um es allgemein auszudrücken, die Beuge- und Streckfasern eines Theiles entfernen sich bei ihrem Eintritte in's Rückenmark am meisten von einander und nähern sich dann um so mehr, je näher sie dem Gehirne kommen.

So weit Valentin. Mit vielem Scharfsinne hat dieser ausgezeichnete Physiologe diesen Gegenstand entwickelt. Doch scheint Manches entgegengestellt werden zu können. Ehe ich zu den Versuchen übergehe, will ich mir einige Worte gegen einige der Folgerungen erlauben. Wäre es richtig, dass die Nervenfasern der einzelnen Theile, welche sich bei ihrem Eintritte in das Rückenmark, trennen und nach vorn und hinten laufen, sich in ihrem weiteren Verlaufe nach dem Gehirne zu wieder nähern, so entstünden sicher nicht durch die oberflächlichste Reizung des verlängerten Marks die heftigsten Bewegungen der hintern Extremitäten. Ich glaube überhaupt oben hinlänglich auf Experimente an Säugethieren gestützt die Art der Nervenausbreitung erwiesen zu haben und halte diesen Beweis für bestimmter, als einen aus Versuchen an Fröschen gezogenen. Zur Untersuchung der Thätigkeit der beiden Hälften, der vordern und hintern, des Rückenmarks, möchten Frösche nicht die tauglichsten Thiere sein. Ihr Rückenmark hat viel zu geringen Umfang, viel zu wenig Dicke, als dass man die hintere Fläche untersuchen könnte, ohne dass die vordere mit affizirt würde und umgekehrt.

Ich habe, um über diesen wichtigen Gegenstand einigermassen in's Reine zu kommen, über hundert Ver-

suche an Fröschen und eine sehr grosse Anzahl derselben an Säugethieren gemacht. Ich will hier die wichtigsten mittheilen.

24. Sehr oft habe ich bei Eröffnung des Rückenmarks während der Operation, die ich gewöhnlich mit einem etwas breiten Federmesser verrichte und die in wenigen Minuten vollendet ist, gesehen, dass das muntre Thierchen heftige Convulsionen bekam, und besonders die Hinter- aber auch die Vorderbeine streckte. Ich liess es frei und bald hüpfte es ganz munter herum. Die Bewegung war nicht im Geringsten beeinträchtigt; das Rückenmark durchaus nicht verletzt.

25. Ich bestrich die unversehrt erhaltenen Häute ganz oberflächlich mit einer Lösung von *Kali causticum* augenblicklich nach der Eröffnung. Der Frosch streckte sich vorn und hinten. — Ich wartete eine ganze Weile; ich bestrich nochmals mit demselben Mittel die Häute, es entstand nicht die geringste Bewegung.

Ich schloss daraus, dass die Streckung während der Eröffnung und bei der Reizung durch *Kali causticum* eine Folge des Schmerzes gewesen sei. Wir können aber daraus meines Erachtens nicht schliessen, dass, weil die Eröffnung des Rückenmarks von oben (hinten) geschieht, auch die bei dieser Operation erfolgende Streckung eine Folge der Reizung der obern Rückenmarkshälfte ist, da überhaupt bei sehr heftigem Schmerz Streckung häufiger als Beugung beobachtet wird.

26. Ich stach eine spitze Nadel ganz oberflächlich in die Gegend des Rückenmarks, welche etwa dem zweiten und dritten Wirbel entspricht. Die vordere Extremität derselben Seite, an der ich stach, wurde so gebeugt, dass sich zwar der Oberschenkel mehr nach hinten wendete, aber der Unterschenkel sich nach vorn beugte, nicht selten so stark, dass er unter die Brust kam. Ich stach die Nadel ein, die Beugung des vordern Unterschenkels wurde noch viel stärker. Ich wiederholte

an dieser Stelle bald oberflächlich, bald tief dieselbe Verrichtung, es entstand immer derselbe Erfolg; ich that es an der andern Seite und sah dasselbe.

27. Ich stach mit einer Nadel etwas weiter nach hinten, d. h. gegen die hintere Extremität hin, erst ganz oberflächlich; das Vorderbein bewegte sich nach hinten, aber der Art, dass auch der vordere Unterschenkel sich der Streckung näherte. Ich stach meine Nadel durch und durch; die Streckung nahm so zu, dass das Vorderbein der gereizten Seite fast eine grade Linie bildete, welche neben dem Rücken lag. Bei öfterer Wiederholung sah ich dasselbe Resultat.

Ich habe wohl an 20 Fröschen die beiden letztgenannten Versuche und zwar mit immer gleichem Erfolge gemacht und glaube daher, es als constante Erscheinung annehmen zu können; dass bei Fröschen die Nerven, welche zu den Streckmuskeln des Vorderbeines gehen, hinter (d. h. mehr nach den Hinterbeinen zu) den Nerven liegen, welche die Beugung derselben Extremität veranlassen, die weiter vorn (d. h. mehr nach dem Gehirn zu) liegen.

Ich habe ferner beobachtet, dass, wenn einmal bei Fröschen eine Zeit lang nach der Eröffnung vorüber ist, auch die Schmerzempfindung sehr abgenommen hat, eine Reizung des vordern (d. h. dem verlängerten Marke nahliegenden) Theiles des Rückenmarkes und des verlängerten Markes selbst, die vordre Extremität nicht zur Bewegung veranlasst; ja dass man sich ziemlich nahe mit der Nadel an der äusseren (d. h. dem Orte, wo die Nervenwurzeln liegen, zugewendeten) Seite halten muss, um Bewegungen hervorzubringen, reizt man nahe der Mittellinie, einerlei ob oberflächlich oder tief, so fehlen gar oft alle Bewegungen. Ebenso kann man in der Regel erst von der Stelle an, von wo aus man die Streckbewegung der vordern Extremitäten hervorruft, oder auch ein klein wenig weiter unten erst, die Bewegung der

hintern Extremitäten veranlassen, welche an dieser Stelle und auch noch eine kleine Strecke abwärts eine Beugung ist. Reizte ich weiter unten das Rückenmark, so sah ich grade, wie Valentin, Bewegungen der Bauchmuskeln, Contractionen wie bei der Respiration, und mehr oder minder Streckung des Hinterbeines. Ich kann nicht sagen, dass ich einen Unterschied bemerkte, ob ich oberflächlich oder tief reizte, es war immer dieselbe Bewegungsart.

28. Reizte ich blos die vordere (untere) Rückenmarksfläche, indem ich eine Nadel unter das Rückenmark in der Gegend der letzten Wirbel schob, so zeigten sich sehr entschieden Streckungen der Hinterbeine, nie Beugung.

29. Hatte ich eine Zeit lang an der Stelle, von wo aus ich Beugung der hintern Extremitäten veranlassen konnte, die Reizung fortgesetzt, so hörte die Beugung auf und es entstand eine Streckung.

30. Wenn ich in der Gegend des zweiten Wirbels das Rückenmark etwas mehr nach vorn (d. h. gegen das Gehirn hin) reizte, so wurden die Vorderbeine nach vorn gebeugt und der Kopf häufig, doch nicht immer, nach hinten gestreckt. Reizte ich endlich noch weiter oben, so beugte sich der Kopf oft ganz nach vorn, die Vorderbeine unter die Brust.

Nicht selten bemerkte ich bei Fröschen, welche weniger empfindlich waren, dass oberflächliche Reizung des blosgelegten Rückenmarks mit einer Nadel ohne grossen Einfluss auf Bewegung war. Ich konnte mit der Nadel hin und herstreichen und sah Nichts, als hier und dort eine leichte Zuckung entstehen. Erst wenn ich die Nadel tiefer einstach, erfolgten Bewegungen, welche, wenn die Reizung mehr in der Nähe des Kopfes waren, sich der Beugung näherten, oder in Folge einer Reizung, die weiter nach hinten zu angebracht wurde, Streckungen waren.

Ich schloss aus diesen meinen Versuchen, dass bei

Fröschen die motorischen Fasern nicht wie bei Säugethieren bis zum verlängerten Marke verlaufen, sondern dass sie unweit der Stelle ihres Eintritts in das Rückenmark untergehen, oder doch ihre bewegende Eigenschaft einbüssen. Ich schloss ferner, dass jedesmal die Nerven, welche die Streckmuskeln beherrschen, an einer tieferen (d. h. mehr nach den Hinterbeinen hin gelegenen) Stelle des Rückenmarks liegen und enden, als diejenigen Nerven, welche die Beugemuskeln versorgen; dass aber die Nerven für Beuge- und die für Streckmuskeln bei Fröschen nicht in der einen oder andern Hälfte des Rückenmarks liegen. Endlich schloss ich, dass die Streckbewegung nicht nur häufiger erfolgt, als die Beugung nach Anwendung von Reizen, sondern dass, nachdem letztere gar nicht mehr entsteht, jene noch erzeugt werden kann.

Wenn ich zwischen den beiderlei Nervenarten unterscheide, so will ich das nicht so verstanden wissen, als ob ich glaubte, die Nerven für die Streckmuskeln seien ihrem Wesen nach irgendwie anders, als die Nerven für die Beugemuskeln. Ich halte vielmehr dafür, dass jeder motorische Nerve an sich ganz gleich sei; entwickelt er seine Thätigkeit, so zieht sich der Muskel, in welchem er sich verbreitet, zusammen und je nach dem Orte des Knochens, an welchem sich der ebenfalls stets gleichartig wirkende Muskel ansetzt, entsteht Beugung oder Streckung.

Wir gehen nun zu den Versuchen an Säugethieren über, welche ich ebenfalls in grosser Anzahl angestellt habe. Ich spreche zuerst von den untern Extremitäten, über deren Nervenlagerung ich die sichersten Resultate erlangt zu haben glaube, weil ich grade hierüber die meisten Versuche machte.

31. Ich durchschnitt einer Menge von Katzen, Hunden und Kaninchen beinahe an jeder Stelle der Wirbelsäule das Rückenmark mit einfachem Schnitte; sobald ich ungefähr $1/3$ der Dicke von hinten (oben) nach vorn

(unten) durchschnitten hatte, fingen jedesmal Streckbewegungen an und nahmen immer mehr zu, bis das ganze Mark durchschnitten war. Hielt ich während der Operation zuweilen stille, so hörten auch gewöhnlich die Bewegungen auf; fing ich wieder an, so entstanden von Neuem Streckbewegungen; und ehe vollständige Lähmung eingetreten war, ist stets eine Streckung die letzte Bewegung gewesen.

Ich führe diesen Versuch zuerst an, weil unter einer zahllosen Menge auch nicht ein einziges Mal ich eine andere Bewegung, als Streckung der untern Extremitäten sah, je näher ich der vordern Fläche des Rückenmarks kam. So constant ist diese Erscheinung.

32. Ich öffnete einer Katze die Bauchhöhle, legte die Gedärme zur Seite, präparirte alle Gefässe und Nerven, welche die vordere Fläche der Wirbel bedeckte, ab, liess sie zur Seite halten, durchschnitt das Muskelfleisch und öffnete von vorn (unten) die Wirbelsäule in der Gegend des ersten Lendenwirbels. Während der Operation machte das Thier unter Aeusserung von heftigem Schmerze Streckbewegungen, das Rückenmark lag unversehrt in einer Strecke von zwei Zoll vor mir. Ganz oberflächliche Reizung brachte nur geringe und unbestimmte Bewegung der untern Extremitäten hervor. Ich schnitt hierauf mit einem scharfen Messer erst ganz oberflächlich in die ganze Breite des Rückenmarks ein. Es entstanden sehr heftige Bewegungen, die sich zwar ganz entschieden dem Strecken näherten, wodurch aber doch keine vollkommene Streckung entstand, wie ich sie so oft sah, wenn ich von oben (hinten) nach unten die Durchschneidung vornahm und nur über die Hälfte gekommen war. Ich schnitt nun immer weiter nach hinten (oben), die Streckbewegungen nahmen immer mehr ab und Beugebewegungen der untern Extremitäten wurden immer deutlicher; aber ich konnte nicht läugnen, es war selbst noch bis zur letzten (obersten) Schicht einige Neigung

zur Streckung, die Beugung war zwar entschieden vorherrschend, aber sie war nicht ganz vollkommen, nicht so, wie ich sie schon öfter bei anderer Gelegenheit gesehen hatte.

Ich wiederholte diesen Versuch und sah durchaus gleichen Erfolg. Ich war im Anfange etwas darüber erstaunt, dass, während ich von hinten nach vorn schnitt, grade am weitesten nach vorn die vollkommenste Streckung obwaltete und ich dies nicht mehr finden sollte, wenn ich an dieselbe Stelle kam, nur von einer andern Seite.

33. Ich legte wiederum bei einer Katze das Rückenmark von hinten nach vorn in der Gegend der untern Brustwirbel los. Das frei daliegende Organ hatte ich eben mit der Nadelspitze an der linken Hälfte berührt, da sprang das linke Hinterbein plötzlich in die grösstmöglichste Beugung, und war dabei starr wie Holz. Die Beugung hörte sogleich wieder auf und die Extremität hatte schon einen grossen Theil der Kraft eingebüsst. Ich stach wiederum dieselbe Stelle, es entstand von Neuem eine Beugung; ich stach zum dritten Male, das linke Hinterbein bewegte sich convulsivisch; man konnte nicht sagen, ob es mehr zur Beugung oder mehr zur Streckung neige, denn es war keine von beiden. Ich stach nun mit der Nadel tiefer ein und je tiefer ich kam, desto entschiedener zeigten sich die Streckbewegungen.

34. Ich legte bei einer Katze das verlängerte Mark blos und reizte es nahe an seinem oberen Ende, und zwar linker Seits. Das linke Vorder- und das rechte Hinterbein wurden dermassen unter dem schrecklichsten Zittern gebeugt, dass die vordern Tatzen die Stirne und die hintern den Bauch berührten, dabei waren diese Glieder ganz steif. Ich durchschnitt rasch das verlängerte Mark, bald traten Streckungen ein, unter denen das Thier schnell starb.

Ich füge hier einen Versuch unseres trefflichen Hertwig bei, der also beschrieben ist (a. a. O. p. 151.)

„Einem Hunde machte ich an der obern (hintern) Fläche des verlängerten Marks einen Quereinschnitt, durch welchen ohngefähr ein Drittheil der ganzen Dicke des Markes getrennt wurde. Noch während des Schneidens wurde der ganze Körper und die Extremitäten von heftigen Convulsionen, durch welche die bezeichneten Theile ganz grade ausgestreckt und starr wurden, ergriffen."

35. Bei vielen Thieren hatte ich das Rückenmark von hinten blosgelegt. Während der Operation streckten sie sich unter den heftigsten Schmerzäusserungen ganz grade. Ich dachte im Anfange, ich hätte einen Theil des Rückenmarks verletzt; aber ich fand mich gar oft getäuscht, es war vielmehr das Organ ganz unversehrt; später überzeugte ich mich, dass meistens diese Erscheinung in Folge des heftigen Schmerzes eintritt, denn ich hatte nicht selten bei eben solchen Thieren, welche sich während der Eröffnung förmlich gestreckt hatten, Gelegenheit zu sehen, wie Reizung sehr deutliche Beugung veranlasste. Bei allen Thieren aber, mit denen ich experimentirte, sah ich, dass die Durchschneidung der obersten Schichten eine entschieden zur Beugung hinneigende Bewegung, manchmal vollständige Beugung (doch dies höchst selten) veranlasste.

Ich hatte alle mögliche Vorsicht bei den genannten Versuchen gebraucht, hatte sie unzähliche Mal wiederholt, weil ich immer dachte, die beiden Bewegungsarten müssten von gesonderten Stellen des Rückenmarks ausgehen, aber ich erhielt kein anderes Resultat, als das eben erzählte. Ich musste mich damit begnügen. Erst später sah ich ein, wie alles ganz deutlich sich erklären lasse und wie Zweifel über die Richtigkeit, die ich gegen mich selbst früher erhoben hatte, ungegründet waren.

Folgende Schlüsse konnte ich aus meinen Versuchen ziehen:

1) Die Streckbewegung kann von einem grössern Theile des Rückenmarks aus erzeugt werden, als die Beugung.

2) Die Nerven, welche die Streckung erzeugen, sind vorherrschend im vordern (untern) Rückenmarksstrange.

3) Die Nerven für die Beugung sind in den obersten (hintersten) Schichten vorherrschend, aber doch nicht die einzigen.

Nachdem ich diese Schlüsse, welche mit Bestimmtheit aus den angegebenen Versuchen folgen, gezogen hatte, brauchte ich mir nur wieder die aus andern Versuchen bekannte Lagerung der Nerven im Rückenmarke zu versinnlichen und Alles war auf's Beste und Schönste erklärt. Wir geben hier dem Leser nochmals diese Figur.

a′ a b′ b c′ c d′ d

A B

a — a′
b — b′
c — c′
d — d′

a b c d seien Empfindungsfasern, a′ b′ Bewegungsfasern für Beugemuskeln, c′ d′ solche für Streckmuskeln. Führe ich nun einen Schnitt von hinten A nach vorn B, so reize ich zuerst den Beugenerv a′ und alle Empfindungsfasern a—d, deren Reizung zugleich eine Reflexionsbewegung der Fasern b (Beugung) aber auch c und d (Streckung) folgen muss. Daher wird schon gleich von Anfang an die Beugung nicht vollständig. Ist aber nur ein Viertel der Dicke durchschnitten, so ist schon die Hälfte der Beugenerven zerstört und die Streckung bekommt daher immer mehr das Uebergewicht, und wird bei weiterem Schneiden endlich allein vorherrschend.

Durchschneide ich hingegen das Rückenmark von vorn (unten) nach hinten (oben), so kann beim ersten Schnitte keine entschiedne Streckung entstehen, denn während des Schneidens reize ich ja auch die Beugenerven a und b; aber die Streckung wird auch beim weitern und endlich vollständigen Durchschneiden nicht ganz aufgehoben, weil ich, je mehr ich mich der hintern (obern) Fläche nähere, desto mehr an die Empfindungsnerven gelange, die mit den Streck- und Beugenerven correspondiren, und auf deren Reizung also immer wieder Streckungen der darunter gelegenen Theile erfolgen müssen.

Wir sind also hienach berechtigt, mit grosser Gewissheit zu schliessen, dass die motorischen Nervenfasern, welche die Streckung bewirken, sämmtlich in dem vordern (untern) Strange des Rückenmarks liegen und von motorischen Fasern für die Beugung nur durchkreuzt werden, dass zweitens die motorischen Fasern für die Beugung theils im hintern theils im vordern Strange liegen. Ihre Centralenden liegen blos im hintern (obern) Strange. Dies gilt wenigstens ganz sicher hinsichtlich der untern Extremitäten.

Diese aus Thatsachen hergeleitete Annahme widerspricht also der von Berlingeri und Valentin zum grössten Theile.

Einige interessante Krankheitsfälle, welche ganz hierher gehören, muss ich um so mehr anführen, als sie grade Valentin als Beweise seiner Behauptung, die der meinigen entgegen gesetzt ist, gebraucht hat. Vgl. *Valentin l. c.* §. 290. „In einem Falle von M. Hall waren die vordern Rückenmarksstränge durch eine Geschwulst der Wirbelsäule so gereizt, dass die untern Extremitäten sehr stark gebeugt gehalten wurden und die Ferse so an dem Gesässe anlag, dass sehr grosse Geschwüre entstanden. Zugleich waren die Schliessmuskeln der Blase und des Mastdarms paralytisch."

Aber mich däucht, eine Geschwulst, welche auf das Rückenmark drückt, ist kein Reiz, sondern hebt seine Wirksamkeit auf; wie sie auch wirklich die Sphinkteren lähmte. Ich brauche dies kaum zu beweisen; es ist zu bekannt, wie ein mässiger Druck, auf einen Nerv oder gar auf's Rückenmark angebracht, dessen Thätigkeit aufhebt. Dieser Fall also scheint mir, nicht für, sondern gegen Valentin, aber ganz für meine Angabe zu sprechen.

Cruveilhier's ganz ähnlicher Fall durch dieselben Ursachen fordert also auch zu derselben Widerlegung des Valentin'schen Satzes auf. Ebenso waren in dem Falle von Mayo die vordern Rückenmarksstränge von einem Sacke, der an dreien Wirbeln auflag, gedrückt (*sacco vertebrarum trium corporibus adcumbenti premebantur*). Auch bei dieser Frau war vorwaltende Flexion. Endlich wird noch von Valentin ein Fall von Ollivier erzählt, den Royer-Collard beobachtet hatte, in dem die untern Extremitäten bei ungestörter Empfindung 7 Jahre lang so gebeugt waren, dass die Oberschenkel das Becken, die Unterschenkel die Oberschenkel berührten. In der Leiche fand man die vordern Stränge erweicht (und zwar um so mehr, je weiter man nach oben kam), die hintern gesund. Man kann doch hier sicher keinen Reiz annehmen, wo die vordern Stränge breiartig zerflossen (*convertis en une sorte de pulpe grisâtre et diffluente. Ollivier traité des malad. de la mœlle epin. Par. 1837 II. p. 384*). *Magendie Journ. III. p. 157.* Weil aber in allen diesen Fällen die vordern Stränge zerstört waren, bekamen die hintern das Uebergewicht, und es trat eine vermehrte Beugung ein; eine andere Erklärung scheint nicht anwendbar zu sein.

Wenn in dem Falle von Ollivier die obern Extremitäten freibeweglich waren und die untern nur ergriffen, während doch die Degeneration vorzüglich die obere Parthie des Rücken- und verlängerten Markes eingenom-

men hatte, so werden wir uns darüber wenig wundern, und es ebenso beweisend ansehen, als ob die Degeneration viel weiter unten gewesen wäre. Denn wir wissen, die Nerven der untern Extremitäten steigen in die Höhe und liegen an der Mittellinie hart an; wahrscheinlich waren in dem Falle von Ollivier die Seitentheile des Rückenmarks, also auch die Armbewegung frei geblieben.

Sehr interessant ist ein von Rullier (*Magendie Journal de phys. 1823 p. 173*) mitgetheilter Fall, wobei die Section unter Beisein von Magendie durch Piedagnel und Leconteux verrichtet wurde. Ich gebe ihn in gedrängtem Auszuge hier wieder:

Ein Mann von 34 Jahren, dessen Geisteskräfte schon in den frühesten Lebensjahren sich mächtig zu entwickeln begannen, aufgeweckt, belebt, leidenschaftlich, der sinnlichen Liebe zugethan, hatte zwar schon lange an einer Abweichung der Wirbelsäule, an etwas Schmerz und Gefühl von Taubheit in dieser Stelle gelitten, war aber übrigens ganz gesund geblieben Im genannten Jahre konnte er plötzlich seine Arme nicht mehr gebrauchen. Dazu fiel er bald nachher zufällig mit dem Gesichte auf die Erde hin; er musste, weil er sich mit den Armen gar nicht mehr helfen konnte, liegen bleiben bis Jemand kam und ihn aufhob. Seitdem blieben die Hände steif, krumm und unwillkührlich zusammengezogen, die flache Hand sah nach aussen und hinten. Die Bewegungen der untern Extremitäten waren vollkommen frei, ganz der Willkühr unterworfen. Die beiden Arme aber waren contrahirt und schmerzhaftt, sie waren nach innen gewendet, lagen fast an den Seitentheilen des Körpers an und konnten nur mit einiger Gewalt davon entfernt werden, die Vorderarme waren in Pronation, die Hände gebeugt. Alle Finger waren krumm, und es hätten im Schlafe die Nägel derselben sicher die Haut der Hände verlezt, hätte man nicht die Vorsicht gebraucht, die beiden Hände an einander zu krempen. Das Unvermögen des Gebrauchs der

Arme war zwar ganz vollständig; aber doch konnte der Kranke mit Anstrengung seinen Namen schreiben, wenn man eine Feder zwischen seine Finger steckte, indem er den ganzen Arm fortbewegte. Die Contractur erstreckte sich bis auf die *M. pectorales maj. et min.* Die Empfindlichkeit war ungestört, die Finger hatten Tastgefühl; Kälte und Wärme, sowie Schmerz wurden deutlich wahrgenommen. Heftiges Herzklopfen, Athembeschwerde, Erstickungsnoth, schlechte Verdauung, Aufblähung des Magens, Colik — trugen noch dazu bei, den bejammernswürdigen Zustand des Leidenden aufs Höchste zu steigern, dem ein hinzutretendes hektisches Fieber sehr allmählich ein Ende machte.

Auch bei der nach 30 Stunden vollzogenen Leichenöffnung fand man die Arme noch fest am Leibe (*comme collés au corps.*) Das Rückenmark war bis zum vierten Halswirbel gesund, von da bis zum vierten Brustwirbel krank; darunter wieder ganz gut. An der kranken Stelle waren die hintern Stränge breiartig erweicht, die vordern zwar nicht normal, doch nicht zerstört. Die Worte des Schriftstellers: *Cette désorganisation se remarquait jusqu'à la quatrième paire des nerfs dorsaux, mais l'altération s'enfonçait en manière de cône au milieu de la substance médullaire qui reparaissait là avec ses propriétés naturelles,* scheinen mir darauf hinzudeuten, dass vorzugsweise die äussern Theile des hintern Stranges an der beschriebenen Stelle auf beiden Seiten affizirt waren, und dass daraus die Kegelgestalt hervorging; woraus allein sich erklären lässt, dass die untern Extremitäten ganz frei von Störung geblieben. Die Nervenwurzeln waren alle ganz normal.

Dieser Fall würde dafür sprechen, dass für die Beuge-Bewegungen der vordern Extremitäten die Nerven am vordern Theile des Rückenmarks liegen, und die für die Streck-Bewegungen hinten; denn letztere waren zerstört, sonst hätte keine so bedeutende Beugung stattfinden können. Ich kann bis jetzt nicht mit Gewissheit darüber

urtheilen, denn so bestimmt das Resultat hinsichtlich der verschiedenen Lage für Beuge- und Streck-Nerven der untern Extremitäten war, so kann ich das für die obern nicht so nennen. Aber ich muss gestehen, dass ich ungleich weniger Versuche über diese Nervenparthien angestellt habe, als über die der hintern Extremitäten. Es ist daher wahrscheinlich, dass bei erneuerter oft wiederholter Untersuchung auch hierüber mehr Klarheit verbreitet werden wird und die scheinbaren Widersprüche schwinden.

36. Ich habe dreimal bei Kaninchen in der Gegend des vierten Halswirbels das Rückenmark mit einfachem Schnitte getrennt. Sobald ich das Rückenmark mit dem Messer erreicht hatte, zog unter gellendem Geschrei das Thierchen die Vorderbeine an den Leib und stiess sie sogleich wieder zurück. Als ich tiefer schnitt, sah ich unbestimmte Bewegungen, bald ein steifes Strecken nach vorn, als ob das Thier auf Etwas horchen wollte, bald eine durchfahrende Zuckung, bald eine Beugung.

Ich wiederhole, es müssen hierüber noch von Neuem Versuche angestellt werden, die meinigen sind noch nicht bestimmt genug beweisend.

Folgende verdienen noch eine Erwähnung:

37. Ich reizte einem Kaninchen, dem der hintere Rückenmarksstrang in der Gegend des dritten Halswirbels durchschnitten war und das aufgehört hatte zu athmen, den vordern (untern) Strang mit der Messerspitze. Jedesmal wenn dies geschah, zog sich der Unterkiefer herab, wie bei dem Einathmen. Ich habe wohl zehn Mal gereizt und zehnmal dieselbe Bewegung gesehen,

Auch diese Bewegung möchte ich zu den Streckbewegungen rechnen.

38. Ich reizte einem Kaninchen, welches zu athmen aufgehört hatte, den hintern (obern) Strang des Rückenmarks in der Gegend des dritten und vierten Halswirbels. Bei jeder Reizung entstand eine Inspiration durch Erweiterung der Brust.

Ich habe dieselbe Beobachtung an Katzen, sogar nach Enthauptung derselben gemacht.

Die Inspiration muss aber zu den Streckbewegungen gerechnet werden, indem alle dazu gehörenden Knochenreihen sich einem graden Winkel nähern.

Aus dem oben angeführten Versuche 16. ersieht man, wie Reizung der hintern Stränge, den Kopf nach hinten wendete.

§. 8.

Haben nun unsere Beobachtungen auch noch nicht für alle Streck- und für alle Beuge-Muskeln des ganzen Körpers die betreffenden Nervenstellen im Rückenmarke gezeigt, und bleibt noch Manches zu untersuchen übrig, so viel jedoch ist unläugbar und steht fest, dass wirklich die beiden Elemente zu jeder Bewegung im Rückenmarke vorgebildet sind, und dass die Nerven für dieselben nebeneinander liegen. So liegen z. B. die Beuger des rechten Beines zusammen, ebenso die Beuger des linken, die Strecker des rechten, die des linken etc. Aber nicht nur dies, sondern für jedes einzelne Glied der ganzen Extremität sind die Nerven als einzelne Gruppen gelagert. Wie oft haben wir gesehen, dass durch einen beschränkten Reiz blos eine einzige Zehe sich bewegte, wie oft einen einzigen Muskel zucken gesehen unter Vielen! Die Gruppirung zu einzelnen Bewegungen ist also gegeben, bestimmte Versuche weisen alle entgegenstehenden Meinungen zurück. Es ist mithin nur nöthig, eine bestimmte Gruppe anzuregen, und es wird eine bestimmte Bewegung folgen müssen; so z. B. die Strekkung des Oberschenkels, wenn der Theil des der Mittellinie ganz nahe liegenden vordern Stranges des Rückenmarks blos angeregt wird, in welchem die Nerven für den Oberschenkel liegen. Die Anregung geschieht am Centralende, das Centralende ist in der Brücke. Hier müssen wir den Ursprung einer Kraft annehmen, welche

wir die **motorische Kraft** nennen. Sie theilt sich hier den zahllosen Bewegungsfasern mit, welche sich durch den ganzen Umfang des Thierkörpers verbreiten. Diese Kraft bildet sich nicht etwa im ganzen Verlaufe einer jeden motorischen Faser, sondern lediglich an den Centralenden derselben, am *Pons*, dem verlängerten Marke und dem Anfangstheile des Rückenmarks. Denn wäre dies nicht also, so müsste nach Durchschneidung des Rückenmarks so lange, als der Kreislauf noch fortdauert, eine Reizung unter der Durchschnittsstelle Bewegungen in den betheiligten Muskeln noch ebenso stark hervorbringen, als vor der Durchschneidung. Aber es ist Thatsache, welche ich selbst oft genug durch Versuche bestätigt gefunden habe, dass von dem Augenblicke an, wo das Rückenmark durchschnitten wird, Reizungen des getrennten Theiles immer geringere und kürzer dauernde Muskelbewegungen veranlassen, und endlich ganz ohne Wirkung bleiben.

Der Mechanismus der Bewegung scheint sehr einfach. Soll sie vor sich gehen, so scheint beim ersten Blicke nichts weiter nothwendig zu sein, als dass eine Kraft da ist, welche erst diese Beugung, dann jene Streckung etc. etc. in diesen und jenen Nervenbündeln anrege und so folgen lasse, dass der Zweck, der jedesmal der Bewegung zum Grunde liegt, erreicht werde. In dieser letzterwähnten Kraft muss aber, das sehen wir schon, etwas mehr liegen, als blosser Mechanismus; von ihr werden wir weiter unten reden. Setzen wir aber das einmal fest, dass es eine solche Kraft gäbe, welche nach Vernunft, nach Voraussicht wirken könnte, (und so gibt es allerdings eine) und weiss also diese Kraft, wo und wie sie wirken soll, so scheint durch diese Kraft alles das erreicht werden zu können, was zu einer zweckmässigen Bewegung erforderlich ist.

Aber es wird Jedwedem sogleich einleuchten, dass der Hergang der Bewegung auf diese Weise doch nicht

möglich ist. Sowie wir nämlich die Existenz der motorischen Kraft zugestehen, die gewiss Niemand läugnen wird, müssen wir derselben auch die Eigenschaften zuerkennen, welche einer jeden Kraft, möge sie einen Namen haben, welchen sie wolle und wie sie auch wirke, eigen sind; vor Allem die, dass sie ununterbrochen fortwirkt, so lange die Materie (oder das Object), in der sie sich äussert, noch in ihrem normalen Zustande verharret. Eine ruhende Kraft existirt nicht. Sobald sie ist, ist sie thätig. Sie schafft ihr Object, sowie dies sie bedingt.

So auch die motorische Kraft, welche an das Dasein der Organe, in welchen sie entspringt (Brücke, verlängertes Mark und Anfangstheil des Rückenmarks) gebunden ist. Mit dem Entstehen, mit der Ernährung, mit dem Stoffwechsel dieser Theile ist diese Kraft aufs engste zusammenhängend, und solange das Blut in ihnen umläuft, so lange ist sie, ohne einen Augenblick stille zu stehen, — denn ihr Stillstand wäre Tod.

Nun denke man sich diese genannten Organe, in welchen Millionen von motorischen Fäserchen neben einander liegen, und alle diese Fäserchen (wie es wirklich der Fall ist) erfüllt mit einer Kraft, welche sie antreibt, eine stete, ununterbrochene Bewegung in allen den zahllosen Muskelfasern unaufhörlich hervorzurufen; man denke sich ferner in denselben Organen eine ebenso grosse Masse von empfindenden Fasern, welche einer andern Kraft unterthan sind, (die wir untersuchen werden), durch welche sie jede kleinste Veränderung, welche mittelst der Eindrücke der Aussenwelt in dem Körper vorgeht, jede Bewegung durch die mannigfaltigen Lebensverrichtungen bewirkt, bis zum Beben der Muskeln, dem Anschlagen der Blutwelle, ja sogar das Saure des Speichels, das Salz der Thränen etc. wahrnehmen könnte, und frage sich, wie es dann um ein Thierleben stünde.

Wie unendlich elend wäre doch ein thierisches

Wesen, dessen Empfindung keine Schranke, dessen Bewegung kein Ende hätte? Was würde die künstliche Anordnung der Fasern im Rückenmarke nützen? Was eine neue Anregung einzelner Bewegungen, wenn die Bewegungskraft nebenbei ungehemmt wirken könnte? wenn hier eine Beugung, dort eine Streckung, dann wieder Beugung, fort und fort vom Lebensanfange bis zum Lebensende stattfinden sollte? Wenn ein Bein zur Bewegung des Gehens sich einstellen wollte, und das andere Bein wäre auch in Bewegung, und der Oberkörper beugte und streckte sich immer fort, etc., würde der Körper von der Stelle kommen, würde die vernünftige, zweckmässige Kraft, welche auf alle Beugemuskeln des einen Beins jetzt wirkte, etwas ausrichten können? Trotz aller Anordnung würde der lebendige Körper bald hier bald dort sich beugen und sich strecken, ein Dehnen und Erschlaffen, ein Zusammenziehen und Ausdehnen, ein Heben und Senken, beständig und ohne Ende, aber auch — ohne Zweck, ohne Sinn, würde das Bild der lebendigen Bewegung sein, die uneingeschränkt, ungehemmt, der Bewegungskraft allein unterthan, wirken sollte.

So und nicht anders würde es sein, oder wir wollten einer absurden Annahme uns hinneigen. Wir wollten der Lebenskraft, die doch eins ist mit der Bildung der Körperatome, also auch bedingt wird von der Strömung des Blutes, die sich in den uns bekannten Theilen als Bewegungskraft zeigt, wir wollten dieser zumuthen, sie sollte das Nervenfäserchen, das eben ergänzt wird, eine Zeit lang nicht thätig sein lassen, weil eine Reihe anderer vorerst Bewegung zu veranlassen habe.

Nirgends gibt es weder in der unorganischen noch in der organischen Welt eine Kraft, welche im Stande wäre, nach zwei Richtungen hin zu wirken, die sich entgegen ständen; niemals finden wir eine solche, welche das Vermögen in sich selbst trüge, still zu stehen, einen

andern Weg einzuschlagen, oder zwei wesentlich verschiedene Zwecke auszuführen. Liegt es in der Idee des Schöpfers, einer Kraft Einhalt zu gebieten, soll sie nach einer andern Seite hin, in einem andern Sinne wirken, überall finden wir dann auch eine zweite, die sie aufhebt, die ihr entgegenstrebt. Kräfte sind die unbewussten Träger der Schöpfungsideen. So ist es in der ganzen Schöpfung, so ist es auch in dem Thierkörper, dessen Mechanik ebenso bewundernswürdig ist, als die Bewegung der Himmelskörper. Die Himmelskörper würden, durch eine ewige Centripetalkraft getrieben, gegen die Sonne zusammenstürzen, würden sie nicht durch eine andere Kraft an ihre Bahn gefesselt. Der Thierkörper würde sich, so lange er lebte, unablässig bewegen, und nach allen Richtungen hin, wirkte nicht eine andere Kraft noch, welche diese Bewegungen beschränken und dadurch ordnen könnte.

Lässt sich nun das, was theoretisch erwiesen ist, nicht auch vielleicht auf dem Wege der Erfahrung für die motorische Kraft feststellen? Allerdings.

Man braucht nur ein Thier zu enthaupten, so wird man Alles das bestätigt finden, was wir oben behauptet haben. Viele Thiere behalten nämlich noch einige, wenn auch kurze, Zeit nach dieser Operation Lebenskraft in sich; andere verlieren sie ganz rasch. Diese eignen sich also natürlich nicht zu dem Versuche. Jene aber betrachte man. Sie wälzen sich auf dem Rücken und auf dem Bauche, bald rechts bald links, strecken und beugen jetzt die Hinter-, jetzt die Vorderbeine; machen überhaupt die verschiedenartigsten, merkwürdigsten Bewegungen. Woher kommt das? Das Leben dauert noch eine Weile; alle Bewegungsfasern des Rückenmarks wirken ungehindert fort. Man glaube nicht, dass die Reizung allein durch die Enthauptungs-Operation die Ursache ist, sonst würden die Folgen nicht so lange nach derselben anhalten, während doch gewöhnlich diese alsbald aufhören,

wenn jene nachlässt; und hier dauern sie manchmal 5 bis 6 Minuten und länger. Es sind dies nur freie Aeusserungen einer ungebundenen Kraft. Sie kommen um so deutlicher und gewisser vor, je näher dem verlängerten Marke die Enthauptung geschehen ist, von wo, wie wir wissen, die motorische Kraft ihren Ursprung nimmt.

Doch auch die Reizung hat ihren Antheil, dies wollen wir nicht läugnen, aber ihr Antheil ist nicht das Einzige. Ja manchmal erfolgen diese freien Bewegungen nicht ganz unmittelbar nach der Enthauptung, sondern erst kurze Zeit nachher, was also gewiss dafür spricht, dass nicht der Reiz des Rückenmarks die alleinige Ursache sein kann. Vgl. *Legallois oeuvres t. I. p. 19.* Fr. Nasse in: Unters. zur Phys. und Path. II. pag. 262. — Diese obengenannte Erscheinung ist übrigens (dies sei nebenbei erwähnt) ein interessanter Beitrag zu der Lehre, wie die einzelnen Körperkräfte mit dem Ableben nicht gleichzeitig, sondern nach und nach erlöschen. So sehen wir sowohl bei sterbenden Menschen als bei sterbenden Thieren gewöhnlich zuerst die im grossen Gehirne liegende Kraft, die Vorstellungen aufzunehmen, dann die im kleinen Gehirne liegende Hemmungskraft (s. §. 10), und zuletzt die motorische Kraft schwinden; eine Thatsache, worauf die Erscheinung von Convulsionen vor dem Tode, die verstärkte peristaltische Bewegung der Därme nach dem Tode u. V. A. beruhen. Ich kann hierauf nicht weiter hier eingehen, da der Gegenstand eigentlich nicht hiehin gehört.

Dass die Bewegungen des enthaupteten Rumpfes nicht etwa blosse Zuckungen zu sein brauchen, dass vielmehr geordnete Bewegungsgruppen ganz allein durch das Rückenmark entstehen können, ist oben mit aller Bestimmtheit erwiesen, — und die Erfahrung weist dies ebenfalls auf's Deutlichste nach. Nach der Enthauptung sehen wir gar oft alle Bewegungen, welche zum Gehen nothwendig sind, wir sehen einen Vogel flattern, wir

schen Springbewegungen beim Frosche, — aber dennoch geht das Thier nicht, fliegt nicht und springt nicht; und kommen diese Bewegungen wirklich zu Stande, so sind noch hundert andere nebenbei, die sie undeutlich machen. Es ist wahr, was Magendie (*Journ. IV. p. 402*) sagt: *J'ai plusieurs fois vu dans mes recherches des animaux privés complètement du cervelet exécuter encore des mouvements et même des mouvements réguliers.* Man sieht sie ja nach Enthauptungen sogar. Wir wiederholen das, was J. Müller (Phys. II. p. 110) anführt: „Man hat schon gesehen, dass enthauptete Vögel noch allerhand Versuche zur Ortsbewegung machten. Dasselbe hat man bei Fröschen gesehen. Dergleichen Bewegungen haben nicht das Ansehen von willkührlichen Bewegungen, zu welchen die Mitwirkung des Gehirns nothwendig ist; aber es herrscht eine gewisse Uebereinstimmung in den einzelnen Akten solcher tumultuarischer Bewegungen, welche enthauptete Gänse machen. Sie schlagen mit den Flügeln; hierzu ist aber die gleichzeitige und übereinstimmende Wirkung vieler Nervenfasern nöthig und es scheint also, dass die coordinirte Wirkung derselben durch irgend eine organische Einrichtung in den Centraltheilen erleichtert ist. Blosse Zuckungen aller vom Rückenmark abhängigen Muskeln sind es nicht. Denn wenn alle Nervenfasern des verletzten Rückenmarks in Irritation gerathen, so müssen auch alle Muskeln des Rumpfes gleich angezogen werden; daraus können aber keine Flügelschläge erfolgen; man sieht wenigstens nicht ein, warum der enthauptete Vogel nicht eben so gut die Flügel dicht und krampfhaft an den Leib anlegen sollte. Es gehört hieher auch das Winden enthaupteter Aale und Schlagen des Schwanzes bei enthaupteten andern Fischen." Wir wissen diese richtigen und schönen Notizen sehr wohl zu erklären. Ein Vogel z. B. würde allerdings auch nach der Enthauptung die Flügel dicht an den Leib anschliessen, wenn die in den übrigen, nicht zu dieser Bewegung

nothwendigen Nerven, liegende motorische Kraft zufällig eher erlischt, als in jenen Nerven und sicher giebt es einzelne solcher Fälle.

Aus dem Vorhergehenden wird klar eingesehen werden können, dass, um eine zweckmässig geregelte Bewegung zu erlangen, wir nicht eine Kraft nothwendig haben, welche die einzelnen Nervenfasern gleichsam zu bestimmten Gruppen sammelt, auch kein Organ, welches die und die Nerven, die es zur Bewegung jedesmal braucht, anregt; denn wir haben geregelte Bewegung, wir haben kein ruhendes, sondern ein immer thätiges Organ, wir haben die Nervengruppen zu den Bewegungselementen aller einzelnen Körpertheile geordnet im Rückenmarke, wir brauchen keine Vermehrung der Bewegung, wir brauchen grade nur Ruhe, Stillstand in allen (übrigens geregelten) Bewegungen, mit Ausnahme der einzigen, welche eben entstehen soll; keine Förderung, sondern grade eine Hemmung.

Halten wir nun dies fest, so wird dadurch die ganze Mechanik der Bewegungen klar und hell vor die Augen treten. Es bleibt nun unsere Aufgabe, das Hirnorgan aufzusuchen, durch welches eine solche Hemmung zu Stande kommt. Und hierüber finden wir, Dank sei es vor Allen den trefflichen Forschern Flourens und Magendie, herrliche Vorarbeiten.

Doch ehe wir zu dieser interessanten Untersuchung übergehen, muss ich die Aufmerksamkeit des Lesers zuvor noch einige Zeit auf einige andere Puncte leiten, die uns für das Folgende von hoher Wichtigkeit sind.

Anm. Ich halte es für nöthig, zu bemerken, dass aus meinen Versuchen sich keineswegs der Schluss ziehen lässt, als sei das Rückenmark nichts weiter, als ein in gewisser Ordnung bestehendes Convolut von sensoriellen und motorischen Fasern. Sehr wohl können auch noch andere Fasern und Partikeln sich in jenem

Organe nachweisen lassen, welche noch andere Beziehungen auf die Körperverrichtung haben mögen; so möchte wahrscheinlich die graue Substanz nicht aus Nervenfasern bestehen. Aber da ich nur das zu berichten gedachte, was aus bestimmten Versuchen sich schliessen liess, so glaubte ich manches Andere, was hypothetisch, wenn auch interessant, nicht berühren zu dürfen.

§. 9.

Wir haben oben schon gesagt, dass eine Kraft nur dann besteht, wenn sie in einem Objecte besteht; nur wenn die körperlichen Organe unversehrt sind, ist es auch die Kraft; beide bedingen sich gegenseitig. So hört die motorische Kraft nie auf, so lange die uns bekannten Centralnerventheile, an welchen sie entpringt, belebt sind. Denn die Lebenskraft, welche sich an jenen Parthieen ausspricht, ist eben die Bewegungskraft selber; mit jedem Blutwellchen, welches an die Nervenkügelchen dieser Theile anschlägt und deren Fortbestehen, als lebendige Masse, unterhält, wird jedesmal die Bewegungskraft von Neuem geweckt; wie mit jedem Blutwellchen, das an die Muskelfaser anschlägt, dessen contraktile Fähigkeit erhalten wird. Diese Bewegungskraft bedarf auch keiner Ruhe, diese Theile bedürfen keiner Erholung, ermüden nicht; denn Ermüdung hiesse hier nichts anders, als ein Ableben derselben.

Ganz verschieden hingegen verhält es sich mit den Theilen, welche diese Kraft weiter tragen und mit denen, welche sie aufnehmen. Den Bewegungsnerven wird sie mitgetheilt, sie besitzen sie nicht selbst, sie erzeugen sie nicht, sind nur als Träger zu betrachten. Für sie ist jede Aeusserung, (welche wir uns einen Augenblick zu besserer Verständigung als stossweise erfolgend denken wollen [obgleich in der That sie ununterbrochen ge-

schicht]), eine neue Erregung, etwas ihnen relativ Fremdes; sie bedürfen nach jeder Aufnahme der Ruhe, ihre Leitung ist keine ununterbrochene. — Aehnlich ist es mit den Muskelfasern. Ihr Gewebe ist elastisch, contractil. Aber ihre Zusammenziehungsfähigkeit hat ihre Gränze; ebenso wie jeder elastische Körper nur bis zu einem gewissen Grade eingeengt und zusammengedrückt werden kann, und wie mit der Zunahme der Zusammendrückung z. B. der Luft auch das Bestreben der Ausdehnung in gleichem Grade wächst, so auch wird die elastische Muskelfaser von dem Augenblicke an, wo sie sich zu contrahiren anfängt, bis zu ihrer grössten Contraction ein immer steigendes Bestreben zeigen, sich wieder auszudehnen.

Also liegt es in der Natur des leitenden Bewegungsnerven, dass der Muskel sich nicht beständig zusammenzieht, sondern dass jeder Zusammenziehung, eine Pause, — die Erschlaffung — folgen muss und wiederum in der Natur des Muskels, dass seine Zusammenziehung seine bestimmten Gränzen hat.

Hierin aber finden wir die erste Hemmung der ungehinderten Bewegungskraft. Hierdurch würde diese schon so eingeschränkt, dass ihre Wirksamkeit in einem beständigen Zusammenziehen und Erschlaffen aller Muskeln bestünde; ebenso wie wir wirklich am Herzen ein solches Beispiel haben, welches das ganze Leben hindurch sich zusammenzieht und erschlafft, welche merkwürdige Erscheinung wir unten durch bestimmte Thatsachen auf das Einfachste erklären werden.

Ein zweites Hinderniss, welches der freien Wirksamkeit der Bewegungskraft entgegensteht, liegt in dem Körperbau selber. Weil der Körper aus zwei gleichen Hälften besteht, einer rechten und einer linken, so muss nothwendig eine Kraft, welche auf beide Theile gleich stark wirkt, Nichts ausrichten können, indem die Wirkung jener auf die eine Seite durch die auf die andere

aufgehoben wird. Die Bewegungskraft, welche ungehindert sich äussert, kann die linke Körperhälfte nicht nach rechts wenden, weil sie auf die rechte Seite ja mit derselben Intensität wirkt und so auch umgekehrt. Wären wir aber im Stande, die Bewegungskraft einer Seite ganz aufzuheben, so müsste nothwendig der Körper stets nach einer Seite hin sich bewegen, — eine Voraussetzung, die wir in der That im nächsten §. durch das Experiment beweisen werden. — Nur wenn durch irgend welche Umstände die Nerven der Muskeln der einen Seite sich thätiger zeigen können, als die der entgegengesetzten, sei es momentan oder für die Dauer, so kann auch die Bewegungskraft der einen Seite sich stärker äussern, als auf der andern.

Weil es nun ferner in Folge des eignen Knochenbaues Beuge- und Streckmuskeln gibt und weil beide gegenseitig sich in ihrer Wirkung aufheben, indem bei der Beugung die Streckmuskeln erschlaffen müssen und bei der Streckung die Beuger, so folgt auch nothwendig, dass, wenn die Nerven für die Beugung eines Gliedes thätig sind, die für die Streckung im Zustande der Ruhe sein müssen. Wirkt nun die motorische Kraft auf die Centralenden aller Nerven gleich ein, so müssen gleichzeitig für Beugung und die für Streckung thätig sein, die wodurch ein Zustand der Ruhe eintreten müsste, wenn nicht entweder die einen oder die andern stärker wären. Es sind nun in der That die Muskelfasern für die Strekkung in vielen Gliedern stärker, als für die Beugung, in andern wieder die für die Beugung; mithin halten beide Bewegungsmodi sich nicht grade das Gleichgewicht. Die Zeiten für die Streckbewegungen und für die Beugebewegungen fallen also nicht zusammen und können daher mit einander abwechseln. Aus dem Grunde ist der Rumpf des enthaupteten Thieres nicht ruhig, sondern verharrt eine ganze Weile zwischen Beuge- und Streckbewegungen.

Wird ein Theil der Nervenmassen der einen Seite

des Rückenmarks zerstört oder unwirksam gemacht, so werden auch die von demselben versorgten Muskeln nicht mehr zusammengezogen werden können, desshalb wird die Kraft auf der gegenüberliegenden Seite verhältnissmässig (aber nicht absolut) stärker; die Muskelmasse mehr nach dieser Seite hin wirken, der betreffende Körpertheil schief werden. Die schiefe Richtung wird mit der Zeit bleibend, weil die stärker contrahirten Muskeln endlich sich verkürzen.

Bei einseitig Gelähmten ziehen sich die Gesichtszüge, die Zunge etc. nach der gesunden Seite hin, Vgl. Müllers Phys. II. p. 80. Als Hertwig (a. a. O. p. 151) einem Hunde fast die ganze rechte Hälfte des verlängerten Marks vermittelst eines Querschnittes durchschnitten hatte, traten die heftigsten Convulsionen aller Muskeln derselben Seite ein, welche unverändert über drei Minuten dauerten; darauf wurde der Körper nach der linken Seite zu gekrümmt.

Durch die ungehindert wirkende motorische Kraft würden also die Bewegungen beider Seiten sich gegenseitig aufheben. Aber grade nur dadurch, dass diese Kraft abwechselnd bald auf der einen bald auf der andern Seite sich äussern kann, wird die Ortsbewegung bedingt. So muss z. B. beym Gehen des Menschen der ganze Körper erst gestreckt werden, und dann muss Beugen und Strecken des einen Beines mit denselben Bewegungen des andern Beins wechseln. (Vgl. Müllers Phys. II, p. 123.) Es muss also nothwendig eine Hemmung der motorischen Kraft bald der einen, bald der andern Seite, bald der zu den Streck-, bald der zu den Beuge-Muskeln gehenden Nervenfasern entstehen, damit eine geordnete Bewegung zu Stande komme.

§. 10.

Diese Kraft, welche die im verlängerten Marke und den Längsfasern der Brücke entspringende Bewegungs-

kraft hemmt, finden wir repräsentirt durch das kleine Gehirn. **Das kleine Gehirn bildet den Hemmungsapparat für die ungezügelte Bewegungskraft.**

Wir wollen dies auf das bestimmteste beweisen. Alle Untersuchungen über das kleine Gehirn vor denen von Flourens sind wie schon gesagt, ungenau angestellt. Dieser Physiologe erst hat durch eine zahllose Menge von Versuchen mit immer gleichem Resultate die Wissenschaft wahrhaft bereichert und statt aller Hypothesen uns gewisse, bei allen Thiergattungen gleichbleibende Thatsachen geliefert. Hertwig hat mit höchst dankenswerther Genauigkeit die Versuche wiederholt und durchaus bestätigt gefunden. Ich habe ebenfalls alle wiederholt und dasselbe gesehen, was Flourens und Hertwig. Aus den Schriften beider führe ich die Resultate an und wo ich noch etwas Anderes beobachtet habe, will ich es getreulich erwähnen.

Versuche an Säugethieren.

a. Bei einem Meerschweinchen nahm Fl. die äussern Lagen des kleinen Gehirns weg, das Gleichgewicht im Gehen und Stehen war nur wenig beeinträchtigt. Er nahm die mittlern weg. Bald wurde der Gang des Thieres schwankend, unordentlich, wie durch Betrunkenheit erzeugt. Seine Pfoten bewegten sich heftig und ungeschickt. Es verwickelte sich in seinen eigenen Bewegungen, fiel und machte noch ungeschicktere Anstrengungen, um wieder in die Höhe zu kommen. Er kam auf die letzten Lagen des kleinen Gehirns. Das Thier verlor das Vermögen zum Gehen und Stehen; auf dem Bauche oder seitwärts liegend, bewegte es oft die Pfoten, als wollte es gehen oder laufen. Es machte tausend nutzlose Anstrengungen, um in die Höhe zu kommen und manchmal gelang es ihm auch, aber nur um gleich wieder hinzufallen. (A. a. O. p. 49).

b. An einem andern Meerschweinchen durchschnitt Fl. mit einem Male alle Lagen; Hüpfen, Gehen, Stehen waren mit einem Male weg. Das Thier war aber nicht so schwach geworden, als bei den wiederholten und einander folgenden Verstümmelungen das vorige. Es machte heftigere Anstrengungen, um wieder ins Gleichgewicht zu kommen, aber sie waren nicht weniger unzureichend. Die Schwäche, eine gewöhnliche Folge des verstümmelten kleinen Gehirns, war grösser bei den Meerschweinchen, als bei Tauben. (A. a. O. p. 50).

c. Einer Haselmaus nahm Fl. allmälig das kleine Gehirn weg. Das niedliche Geschöpf, dessen ausserordentliche Lebhaftigkeit, Leichtigkeit, zierliche und geschmeidige Bewegung Jedermann kennt, schwankte erst auf seinen Pfötchen, weil es sich ihrer nur mit der grössten Ungeschicklichkeit bedienen konnte und es dauerte nicht lange, so wusste es sie auf eine regelmässige und coordinirte Weise gar nicht mehr zu gebrauchen. Immer aber behielt es seinen Verstand, seine Sinne. Wenn man es mit einem Stocke reizte, so sprang es auf denselben, packte ihn, biss zornig hinein. (A. a. O. p. 120).

d. Einen Maulwurf, dem Fl. das kleine Gehirn genommen hatte, setzte er auf einen Napf mit Erde, wohin er zu flüchten gewohnt war. Er bemerkte gleich, wo er war, äusserte seine Freude und verdoppelte die Anstrengung, um ein Loch zu graben und sich darin zu verbergen. Aber er konnte nicht graben. Seine Pfoten bewegten sich nicht regelmässig genug, er benahm sich wie ein trunkenes Thier und nach einigen vergeblichen Anstrengungen fiel er endlich, purzelte über sich selbst hin etc. (A. a. O. p. 130).

e. Als Fl. einem jungen kräftigen Hunde das kleine Gehirn bis zur mittleren Lage weggenommen hatte, ging er nur noch wankend und im Zickzack. Er kam rückwärts, statt vorwärts zu kommen; er drehte sich links, wenn er rechts wollte. Da er sich zu bewegen, grosse

Anstrengung machte, und die letztere nicht im gehörigen Masse zu halten wusste, so sprang er hastig, bis er bald hinfiel und über sich selbst hinpurzelte. Fand er auf dem Wege einen Gegenstand, so konnte er ihn, mochte er den Plan haben, wie er wollte, nicht vermeiden. Er stiess sich rechts und links dagegen und doch sah und hörte er recht wohl. Reitzte man ihn, so suchte er zu beissen und biss in der That in den ihn reizenden Gegenstand, wenn er ihn zu packen vermochte, allein er war seiner Bewegung nicht vollkommen Herr genug, um ihn oft zu fassen. Er besass alle intellektuellen Fähigkeiten, alle Sinne; es war keine Spur von Convulsion da. Nichts fehlte ihm, als das Vermögen seine Bewegungen zu ordnen, zu regeln. Als Fl. nun auch die zwei letzten Lagen des kleinen Gehirns vernichtete, hatte das Thier alle Beweglichkeit und regelmässige Haltung verloren. (A. a. O. p. 130 u. 131.)

Hertwig bemerkt in dem Vorworte zu seinen Versuchen am kleinen Gehirn, dass hier noch öfter als bei denen am grossen Gehirne bei den Quadrupeden unmittelbar durch die Entblössung der Gehirnmasse vermittelst eines Einschnittes in die harte Hirnhaut jener lähmungsartige Zustand von Betäubung herbeigeführt wird, der den Versuch unterbricht, oft seinen Erfolg verändert und unsicher macht und in manchen Fällen lebensgefährlich wird, besonders wenn gleichzeitig eine auch nur mässige Blutung entstanden ist. (A. a. O. p. 130.)

Ich habe dieselbe Bemerkung zum Oeftern gemacht, wie ich auch oben schon eine analoge Erscheinung anführte, dass durch blosse Eröffnung des Rückenmarks eine vollständige Lähmung der untern Extremitäten eintrat, ohne dass das Rückenmark im Geringsten verletzt war. Die Ursache kann lediglich in der Einwirkung der äussern Luft liegen, welche für alle Empfindungs-Nerven ein bedeutender Reiz ist. Ein Thier äussert die heftigsten Schmerzen, wenn Luft in die geöffnete Bauchhöhle, besonders

an den Magen, dringt; oder wenn irgend ein Empfindungsnerv ihr ausgesetzt wird. Ebenso hat bei dem neugebornen Kinde die äussere Luft auf die Zweige des *Vagus* in den Lungen denselben Einfluss, und dieses wird Veranlassung zur ersten Athembewegung (s. §. 12).

f. H. nahm einer Katze mehr als die Hälfte des kleinen Gehirns weg. Ihre Bewegungen wurden unregelmässiger und zwar mehr an den Vorderfüssen, als an den Hinterfüssen; der Kopf schien dem Thiere zu schwer zu sein, denn es hing denselben und den Hals immer tiefer zur Erde hinabgebeugt; es konnte nicht grade aus gehen, sondern schwankte von einer Seite zur andern, und fiel zuletzt plötzlich, wie von hinten angestossen, vorn nieder. Wollte sie, erschreckt oder bedroht, vorwärts gehen, so konnte sie nicht, sie stand entweder eine halbe bis ganze Minute mit schief nach einer Seite gerichtetem Körper, zurückgebogenem Kopfe und Halse und weit vorwärts gestreckten Vorderfüssen und mit ebenso unter den Leib gesetzten Hinterfüssen, oder sie ging auch in dieser Stellung selbst einige Schritte zurück. Convulsionen, Veränderungen der Stimme oder einer andern Körperverrichtung waren nicht zu bemerken. In der letzten Zeit, ein paar Tage vor dem am neunten erfolgten Tode, waren die Bewegungen noch mehr als im Anfange gestört. (A. a. O. p. 131.)

Bei diesen Beobachtungen, welche ich, wie gesagt, sämmtlich bestätigt fand, hebe ich hervor, was allerdings auch Flourens bemerkte, dass nämlich in gradem Verhältnisse mit der Wegnahme des kleinen Gehirns bei Säugethieren eine beträchtliche Muskelschwäche folgt, welche gleich nach der Wegnahme oft sehr bedeutend ist. Bald nachher schwindet sie und dann beginnen erst die vielen unregelmässigen Bewegungen. Auch Rolando, dessen Untersuchungen übrigens nicht genau genug sind, macht auf diese Schwäche aufmerksam. Vgl. *Magendie Journ. III. p. 108. Flourens a. a. O. p. 258.*

Versuche an Vögeln.

An Vögeln hat Fl. die meisten Versuche gemacht, und allerdings die interessantesten.

g. Nach Wegnahme der oberen Lagen bei einer Taube entstand nur etwas Schwäche und Mangel an Uebereinstimmung; bei den mittlern Lagen zeigte sich eine fast allgemeine Unruhe (ohne Convulsionen), das Thier machte heftige, ungeregelte Bewegungen. Als die letzten Lagen weggeschnitten wurden, verlor das Thier die Fähigkeit zum Springen, Fliegen, Gehen, Stehen durchaus, nachdem sie sich bei den vorhergehenden Verstümmelungen immer mehr und mehr vermindert hatte.

Legte man es auf den Rücken, so konnte es nicht mehr aufstehen. Statt ruhig und sicher zu liegen, wie dies bei Tauben geschieht, denen man die Halbkugeln des grossen Gehirns nimmt, flatterte es nun ohne Zweck unaufhörlich, aber bewegte sich nie auf eine bestimmte, zweckmässige Weise. — Es sah z. B. den Streich, den man nach ihm führte und wollte ihn vermeiden. Es machte tausend Anstrengungen, ihm zu entgehen, und vermied ihn doch nicht. Legte man es auf den Rücken, so wollte es nicht auf ihm liegen bleiben, es erschöpfte sich in vergeblichen Bemühungen, um aufzustehen, und blieb endlich liegen, es mochte wollen oder nicht. (A. a. O. p. 34.)

h. Von einer andern Taube sagt Fl.: Sie war in fast steter Bewegung. Sie wollte und bewegte sich, bewegte sich aber nie, wie sie wollte. (Ebendas. p. 35.)

i. Eine Taube, der Fl. in ganz dünnen Schichten das kleine Gehirn weggenommen hatte, verlor zuerst das Vermögen zum Fliegen, dann zum Gehen, dann zum Stehen. Er konnte daher nach Belieben blos das Fliegen oder dies und das Gehen oder beides und das Stehen aufheben. Die Schwäche, welche sich im Anfang zeigt, nimmt immer mehr ab.

Stiess Fl. das Thier vorwärts, so fiel es auf den Kopf; rückwärts und es fiel auf den Schwanz. Bei dem steten Hinfallen und den Versuchen, in die Höhe zu kommen, erschöpfte es endlich die Kräfte, und von Müdigkeit besiegt, blieb es einen Augenblick in der Lage, welche ihm der Zufall angewiesen hatte. In der Ruhe aber erneuerte die geringste Bewegung, das kleinste Geräusch, der schwächste Reiz den unruhigen Auftritt seiner Anstrengungen. (Ebend. p. 38.)

k. Einer Schwalbe nahm Fl. nach und nach das kleine Gehirn weg, das niedliche Thier war bald dahin gebracht, dass es nun auf die wunderlichste und eigenste Weise flog. Es kegelte über sich selbst, es kam rückwärts statt vorwärts, es kam mit sich beinahe selbst in Unordnung, wenn es flog, sein Flug hatte alles Wesen der wunderlichsten, heftigsten Trunkenheit. (Ebendas. p. 124.)

l. Einem Sperling hatte Fl. nach und nach das kleine Gehirn weggenommen. Der schwankende, unsichre wunderliche Gang des Thierchens gewährte das sonderbarste Schauspiel. Erst war es einen Augenblick wie unentschlossen, fort zu eilen, dann machte es drei oder vier Schritte, manchmal vorwärts, noch öfterer rückwärts, mit unglaublicher Schnelligkeit und das Ende davon war allemal, dass es über sich selbst hinfiel und hinkollerte. (Ebendas. p. 125.)

m. Als Fl. an die letzten Schichten des kleinen Gehirns bei einer Ente kam, verlor das Thier das ganze Gleichgewicht. Es konnte nicht, so viele Mühe es sich auch gab, einen einzigen regelmässigen Schritt thun oder fest stehen. Es kam rückwärts und purzelte hin, wenn es sich bewegen wollte. Brachte man es ins Wasser, so brachte auch gleich das Spiel seiner Pfoten die Bewegung zum Schwimmen hervor, allein der Zusammenhang und folglich die Zweckmässigkeit darin fehlten ebenfalls.

Ganz übereinstimmend mit den Versuchen von Flourens sind die von Hertwig.

n. Das Huhn, woran er experimentirte, verlor ebenfalls zuerst das Vermögen zum Fliegen; warf er es in die Höhe, so bewegte es zwar die Flügel, ähnlich wie beim Fliegen, fiel aber doch zur Erde nieder. Dann konnte es nicht mehr stehen und gehen.

Versuche an Amphibien.

Da sich hierüber wenig bei Fl. findet, so habe ich eine beträchtliche Anzahl von Experimenten an Fröschen gemacht, deren Resultat ich nach Erwähnung dessen, was Flourens anführt, mittheilen will.

o. Ein Frosch, dem Fl. das kleine Gehirn genommen hatte, bewegte nur die Beine nach verschiedenen Richtungen. Aber da diese Bewegungen nicht zu einander stimmten, so war auch kein ordentlicher Gang mehr da. (Ebendas. p. 139.)

p. Eine Schlange ohne kleines Gehirn zeigt nicht mehr die regelmässigen, so genau zusammenstimmenden Krümmungen, die Bewegungen sind unregelmässig und ohne Ordnung. Das Thier kann aller Anstrengungen ungeachtet nicht mehr vorwärts. (p. 131.)

q. Ebenso verlor eine grüne und graue Eidechse alle regelmässigen Bewegungen. (p. 132.)

39. Einem Frosche nahm ich mit einer scharfen Scheere die Hälfte des kleinen Gehirns auf beiden Seiten weg. Gleich nach geschehener Operation, als das Thier eben losgebunden war, waren seine Bewegungen ungemein hastig und lebhaft, es sprang sehr stark, doch sah man etwas Ungewöhnliches, nicht ganz Regelmässiges in seinen Sprüngen. Bald darauf aber nahmen seine Bewegungen sehr ab, es sass da und rührte sich nicht. In diesem Zustande setzte ich es in Wasser; es blieb auch hier noch eine kurze Zeit ganz ruhig. Dann aber bemerkte ich eine ganz entschiedene Neigung zur Be-

wegung nach vorn. In dem halb mit Wasser gefüllten Topfe, in dem der Frosch war, strebte er immer, an den Wänden herauf zu kriechen, hielt sich beständig mit seinen Vorderpfoten daran fest und streckte den Kopf grade in die Höhe. Zuweilen sprang er etwas nach oben, aber er vermochte nicht, heraus zu springen, was ihm sonst ein Leichtes war. Wenn er auch keine Anstrengungen machte, um herauszukommen, so stand er doch beständig an der Wand des Topfes fast ganz aufrecht. Bracht' ich ihn auch mitten in das Wasser, so lag er nicht darin, wie sonst, dass nämlich der Rücken nach oben war, der Bauch nach unten, sondern ganz senkrecht nach beiden Seiten des Topfs den Bauch und den Rücken gewendet, nach oben den Kopf, nach unten den After. Die Vorder- und Hinter-Extremitäten waren gebeugt, ohne steif zu sein. — Nahm ich ihn aus dem Wasser und setzte ihn auf den Tisch hin, so sass er ganz ruhig, die Hinterbeine waren ganz gebeugt und lagen etwas unter dem Bauche; auf den Vorderbeinen sass er, diese waren nach vorn gerichtet, der Kopf aufwärts und etwas nach hinten; gleich, als wenn er eben im Begriffe wäre, fortzuspringen, was er aber nie that. Ich stellte ihn nun ganz senkrecht auf die Hinterbeine und so blieb er wie eine Schildwache eine ganze Zeit lang stehen, bis er nach vorn umfiel. Ich wiederholte dies mehrmals und immer sah ich den Frosch aufrecht stehen. Wollte ich ihn auf den Rücken legen, schnell wendete er sich wieder um, und that den Vorderkörper wieder nach oben. Aber dabei sah man keine Spur von Convulsionen. — Hielt ich ihn an einer seiner Vorderpfoten fest, frei in der Luft, so wendete sich wieder sein Vorderkörper stark nach vorn und oben, seine Hinterbeine wendeten sich gegen meinen Finger, so dass er ganz gekrümmt war. — Er konnte aber immer noch springen, nur waren seine Sprünge etwas unregelmässig und viel weniger kräftig, als bei gesunden Fröschen.

Hierauf nahm ich ihm den ganzen übrigen Theil des kleinen Gehirns weg. Er machte mancherlei Bewegungen mit den Vorder- und Hinterbeinen, aber die Bewegungen waren Nichts, als Strecken und Beugen und zwar in den verschiedensten Richtungen. Legte ich ihn auf den Rükken, so beugte er bald das Hinter- bald das Vorderbein der rechten und linken Seite, und dann streckte er es wieder nach vorn über den Bauch, nach dem Rücken, nach dem Kopfe, machte allerlei Bewegungen mit dem Körper, aber kam nicht auf.

Ich brachte ihm schmerzerregende Gegenstände an seine Haut, z. B. auf den Rücken, er bewegte sich hin und her, brachte von beiden Seiten seine Hinterbeine an die Stelle und machte eine Bewegung, als ob er das Verletzende entfernen wollte; von der Stelle jedoch kam er nicht; er fiel auf den Rücken und konnte nicht wieder auf.

So habe ich unzählige Mal an Fröschen dasselbe Experiment gemacht, und immer ganz Aehnliches beobachtet. Nach Wegnahme einer grössern Portion des kleinen Gehirns, so dass nur noch ein kleiner Theil bleibt, kann der Frosch nicht mehr springen, er kriecht auf dem Erdboden weiter und zwar eine Zeit lang mit grosser Hast, dann bleibt er stehen, dann kriecht er wieder weiter.

Versuche an Insecten.

40. Man steche einer gewöhnlichen Stubenfliege eine Nähnadel durch den hintern platten Theil ihres Köpfchens und schiebe die Nadel einige Mal hin und her, nur mit der Vorsicht, dass durch die Nadel von der einen Seite des kleinen Gehirns so viel zerstört wird, als von der andern. Während des Durchstechens wird das Thierchen sehr unruhig und summt beständig; gleich nachher fliegt sie gewöhnlich ein Stückchen weiter, dann fällt sie auf den Tisch. Ist genug Hirnmasse zerstört, so ist ihr

Gang höchst unsicher, bald fällt sie auf die eine bald auf die andre Seite, bald wendet sie sich ganz nach vorn, als wollte sie auf ihrem Köpfchen gehen, bald nach hinten, als wollte sie blos mit ihren Hinterbeinen gehen; sie bleibt wohl eine ganze Zeit lang stehen, dann läuft sie wieder bis zur Ermüdung, aber stets höchst unsicher, weiter. Am interessantesten ist es, wenn man sie auf den Rücken legt, sie schiebt sich hin und her, bald rechts bald links, streckt und beugt alle Beine, aber ist nicht im Stande, auf zu kommen. Wenn sie ihren kleinen Körper nach rechts wenden will, wird er gleich darnach wieder links gewendet und umgekehrt, und desshalb kann sie sich auch nicht aufrichten.

Also auch hier sehen wir, wie Ein Gesetz durch das ganze Thierreich gleich waltend durchgeht, wie überall sich immer mehr offenbart, dass nur Eine Kraft die schaffende sein kann.

Fassen wir nun diese grosse Reihe von Thatsachen, deren Wahrheit nicht zu bezweifeln ist, zusammen, so erhalten wir einen deutlichen Begriff von der Thätigkeit des kleinen Gehirns. Dies Organ trägt nämlich die Kraft in sich, der im verlängerten Marke repräsentirten Bewegungskraft (und Empfindungskraft?) entgegen zu wirken. Wir haben oben gezeigt, wie elend ein thierisches Wesen sein würde, dessen Empfindungs- und Bewegungskraft ungezügelt wären; wie diese Kräfte nur unnütz, nur störend sein würden, wenn sie einzig wirkten. Darum war ein solches Hemmungsorgan, wie das kleine Gehirn, absolut nothwendig.

Jede geregelte Ortsbewegung wird dadurch bedingt, dass entweder die beiden Seiten oder der vordere (bei Menschen obere) und hintere Körpertheil in ein gewisses Verhältniss zu einander treten, dass sie vereint wirken; eine Hälfte muss ruhen, während die andere thätig ist

und die Ruhe muss auch eine gewisse Zeit andauern können, damit die Thätigkeit in der entgegengesetzten Seite sich vollkommen entwickelt. So muss z. B. das rechte Bein so lange im mässig gestreckten Zustande verharren, bis das linke Bein seine Beuge- und Streckbewegung (nach vorn) ausgeführt hat, sonst entsteht nicht die Ortsbewegung des Gehens; würde nach dem Beugen des linken Beines nun das rechte sich auch beugen wollen, so müsste entweder jenes ruhen, oder der Körper fiel um. Der Oberkörper darf sich dabei weder nach rechts noch nach links wenden, darf sich weder zu stark nach vorn beugen, noch zu sehr nach hinten strekken. Geschieht dies dennoch, so entsteht ein wankender Gang, bald nach rechts und links, bald ein Ueberfallen nach vorn und hinten. Würde die Bewegungskraft ohne Aufenthalt auf den Oberkörper wirken, so würde, weil rechte und linke Seite sich das Gleichgewicht halten, nach diesen Richtungen hin keine Abweichung entstehen; würde aber das Gleichgewicht im Geringsten gestört, so würde auch die einseitige Bewegung vorherrschend. Würde also unter den vorausgesetzten Umständen das rechte Bein zum Gehen in Bewegung gesetzt, so müsste dadurch der rechte Oberkörper ein Uebergewicht bekommen und neigte sich nach rechts und umgekehrt. Ein gleiches Verhalten zeigt auch die Richtung nach hinten und vorn, beim Vorschreiten würde nothwendig der Oberkörper sich auch mit den Beinen vorwärts bewegen müssen. Soll dies Alles nicht geschehen, so ist, um bei unserm Beispiele stehen zu bleiben, bei der Bewegung der Beine während des Gehens erforderlich, dass der Oberkörper in völliger Ruhe verharre und seine Streckungen etwas vorherrschend sind. Was vom Gehen gilt, gilt auch *mutatis mutandis* vom Fliegen, Springen etc.

Wird ein grosser Theil des Organes, welches die freie Bewegungskraft hemmt, weggenommen, so entsteht nun, wie wir aus den oben erwähnten Versuchen gehört

haben, ein wankender, unbestimmter Gang, bald mehr rechts, bald mehr links, bald nach vorn, bald nach hinten. Wird das ganze Organ weggenommen, so treten dieselben Erscheinungen, wie beim enthaupteten Rumpfe, ein.

Wir haben in der Trunkenheit einen Zustand, der ganz dem gleicht, wann einem Thiere theilweise das kleine Gehirn weggenommen ist; derselbe wankende Gang nach den Seiten, vorn und hinten; der umgefallne Trunkne macht hundert Bewegungen, ehe er wieder aufkömmt; dem Gegenstande, den er vermeiden will, taumelt er zu, den, welchen er fassen will, kann er nicht erreichen. Es ist kein Zweifel daher, dass der Weingeist ein Mittel ist, dessen Wirkung vorzugsweise aufs kleine Gehirn gerichtet ist; und zwar in der Art, dass dessen Thätigkeit im Anfange zwar beschleunigt (s. u. §. 17), später aber gehemmt wird. Diese Ansicht gewinnt um so mehr Wahrscheinlichkeit, als durch weingeistige Mittel eine bekannte Einwirkung auf Blasenbewegung und Bewegung der Genitalien (daher das viele Harnen und der erhöhte Geschlechtstrieb) ausgeübt wird, deren Nerven nach meinen Untersuchungen (s. u.) im kleinen Gehirne liegen. Die Bewegungen der Trunkenen sind der Art, dass sie nicht wohl vermieden werden können, wenn auch der Wille noch Einfluss hat; obgleich sie durch denselben einigermassen beschränkt werden. Selbst bei dem, der noch sein volles Bewusstsein hat, sieht man doch in den Bewegungen die Folgen des Rausches. Auf welche Weise der Weingeist grade vorzugsweise aufs kleine Gehirn wirkt, ist bis jetzt noch unerklärt; doch haben mir einige wenige glückliche Untersuchungen eine Spur zu dieser wichtigen Lehre über die Art der Wirkung der Heilmittel zu zeigen angefangen, welche ich, wenn sie ein ergiebiges Resultat gewähren, seiner Zeit bekannt machen werde.

Wir haben schon bei dem Versuche 40 angedeutet,

wesshalb ein Thier ohne kleines Gehirn nicht wohl aufkommen kann, wenn es auf den Rücken gelegt wird. Das Thier hat den Willen zwar, sich umzuwenden; sobald aber das Gleichgewicht in der auf beiden Seiten gleich stark einwirkenden Bewegungskraft aufgehoben ist, so bewegten sich nothwendig beide. Will also das Thier mit der rechten Seite sich umwenden, so ist die Bewegungskraft vermöge dieses Willens hier stärker, also auf der linken schwächer, es entstehen daher auf beiden Seiten Bewegungen; grade aus demselben Grunde, warum bei dem enthaupteten Streckung und Beugung abwechseln. Man sieht auch ein, wie manchmal durch Zufall wirklich es zur vollständigen Umwendung kommen kann; aber sobald das Thier steht, fällt es auch gleich wieder um, weil es durch die auf die andere Seite wirkende Bewegungskraft wieder dahin gezogen wird.

Es erklärt sich auch leicht, wesshalb ein Hund, dem das kleine Gehirn genommen war (Vers. e), noch beissen wollte und konnte, wenn er nur einmal den Gegenstand zu packen bekam; weil grade am Unterkiefer die Heber ungleich stärker sind (*m. temporalis, masseter, pterygoideus internus*) als die Senker, also auch die ihnen vorstehenden Nerven.

Auch die übrigen einzelnen Erscheinungen in der Unregelmässigkeit der Bewegungen lassen sich gut deuten. Wir würden zu weitläufig werden müssen, wollten wir eine jede analysiren; und gehen desshalb in der eigentlichen Untersuchung weiter.

Wirken nun, so fragen wir zuerst, einzelne bestimmte Fasern des kleinen Gehirns auch auf einzelne bestimmte Fasern der Central-Bewegungs-Organe hemmend ein, oder liegt in der Gesammtmasse des kleinen Gehirns die ganze Hemmungskraft, wie es von den Seelenkräften zu erweisen ist? Die bestimmtesten Thatsachen sprechen dafür, dass auch im Hemmungsorgane bestimmte Gegenden sind, welche bestimmten Lagen der Central-Be-

wegungs-Organe entsprechen. Wir wollen das bis jetzt Ausgemittelte erwähnen.

1) Die beiden Hälften des kleinen Gehirns stehen mit den beiden Hälften des Rückenmarkes in Beziehung, und weil die Fasern des verlängerten Markes in der Brücke sich gekreuzt haben, so dass die Bewegungsfasern der rechten Körperhälfte in der linken Hälfte der Brücke zusammenliegen und umgekehrt, so muss die rechte Hälfte des kleinen Gehirns seine Wirkung auf die linke Rückenmarks- und resp. auf die linke Körperhälfte äussern, und umgekehrt. Versuche mit Wegnahme Einer Hemisphäre werden uns dies nachweisen. Es wird interessant sein, zuerst durch Schlüsse aus den bekannten Thatsachen uns die Folgen der genannten Operation, welche nothwendig eintreten müssen, vor die Seele zu führen und dann erst die darüber angestellten Versuche zu erzählen.

Nehmen wir also z. B. das rechte kleine Gehirn einem Wirbelthiere weg, so wird dadurch die linke Hälfte des Rückenmarks nur allein von der darin frei wirkenden Bewegungskraft beherrscht sein. Die rechte Hälfte hingegen steht noch ganz unter dem Einflusse des kleinen Gehirns, welches seine hemmende Wirkung gegen dieselbe noch ausübt. Die rechte und die linke Körperseite halten sich nicht mehr das Gleichgewicht, denn die Bewegungen der rechten sind gehemmt durch die noch fortwirkende Thätigkeit des noch unversehrten linken kleinen Gehirns; die Bewegungen der linken Seite hingegen werden in Folge der ungezügelt wirkenden Kraft nach allen Seiten hin erfolgen, wohin es nur gehen mag. Nach vorn und hinten kann aber der Körper nicht gebracht werden, denn ebenso stark, wie er nach vorn getrieben würde, ebenso stark würde er auch nach hinten getrieben; die Kraft, in entgegengesetzter Richtung wirkend, hebt sich auf. Die einzige Bewegung, welche übrig bleibt, ist die Seitenbewegung, die also immer von

links nach rechts erfolgen muss, bis zur Ermüdung. Ebenso würde nach dieser Berechnung der Kräfte Wegnahme des linken kleinen Gehirns nothwendig eine Drehbewegung von rechts nach links zur Folge haben müssen.

Nun hören wir, was uns die Versuche lehren.

41. Ich nahm einem Kaninchen mit einem Schnitte die ganze linke Hälfte des kleinen Gehirns weg; gleich nach geschehener Operation drehte sich das Thier mehrmals stark nach der linken Seite um, dann wurden die Bewegungen minder kräftig, aber stets waren sie nach derselben Seite hin gerichtet. Wenn seine Bewegungen aufhörten, so sass das Thier so auf der Erde, dass es immer nach der linken Seite hingewendet blieb. Nach jedem Reiz hingegen erfolgten immer wieder die alten Drehungen.

Ich habe diesen Versuch zum Oeftern wiederholt und immer wesentlich gleichen Erfolg gesehen; nur in Hinsicht der Schwäche, welche nie fehlt, habe ich den Unterschied wahrgenommen, dass bei einigen Thierindividuen sogleich nach der Operation diese am grössten ist und nachher nachlässt; bei andern hingegen man die höchst interessante Erscheinung beobachtet, dass sogleich nach geschehenem Schnitte, wie von einer unaufhaltsamen Macht getrieben, das Thier sich fort und fort dreht, und unwillkührlich kommt dem Zuschauenden der Gedanke, als sei plötzlich eine mächtige Kraft aufgehoben, welche bisher die Bewegung in Mass und Schranken gehalten hätte.

42. Nimmt man Fröschen eine Hälfte des kleinen Gehirns weg, so werden sie ungemein unruhig und springen beständig nach der Seite hin, an der die Verletzung geschah. Nach und nach werden sie träger, ihr Springen lässt nach, sie kriechen aber immer nach der einen Seite zu.

Cf. Valentin l. c. §. 288. 4.

Auch hier tritt zuweilen gleich nach der Operation

eine bedeutende Schwäche ein, aus der sich die Thiere erst allmählig wieder erholen, um dann ihre Kreisbewegungen zu beginnen.

43. Man steche einer gewöhnlichen Stubenfliege die Spitze einer schmalen Lanzette in eine Seite der hintern Wand ihres Köpfchens und fahre mit der Messerspitze einige Mal hin und her, ohne aber die Mitte zu überschreiten. Ist das kleine Gehirn einer Seite völlig zerstört, so ist das Thierchen nach geschehener Operation meist so matt, dass es todt scheint. Es fällt gewöhnlich auf die unverletzte Seite oder den Bauch um. Zuweilen aber ist die Fliege ganz munter; sie wirft sich dann gemeiniglich auf den Rücken, und dreht sich hier summend im Kreise herum; nachher wendet sie sich um und beginnt ihre Drehbewegungen. Im erstern Falle aber erholt sie sich nur langsam und fängt ganz allmählig mit Unterbrechungen sich zu drehen an. Manchmal sind die Drehungen so stark, dass man glaubt, es würde ein kleiner Kreisel umgedreht. Dann bleiben die Thierchen gewöhnlich wieder eine Weile stehen und beginnen nachher von Neuem die alten Bewegungen; jeder Reiz ruft diese hervor. Auch, wenn ein solches Thierchen zu fliegen versucht, geschieht das immer nach derselben Seite hin. Aber wohl ist zu bemerken, dass das Drehen, nicht wie bei Wirbelthieren, nach der Seite, an welcher das kleine Gehirne verletzt ist, hin erfolgt, sondern nach der andern; eine Erscheinung, welche mir darauf hinzudeuten scheint, dass bei diesen Thieren die Fasern des verlängerten Markes sich nicht kreuzen.

Es leuchtet Jedem ein, dass nicht grade eine Zerstörung einer Seite des kleinen Gehirns nothwendig ist, damit die aufgehobene Thätigheit sich kund gebe. Die Hemmungskraft entspringt im kleinen Gehirne und offenbart sich in den Markfasern, die von ihm zu den motorischen Fasern verlaufen. Eine einfache Durchschneidung

muss daher dieselbe Wirkung haben, welche nach einer Zerstörung eintritt.

Magendie (*Journal t. IV. p. 399 sqq.*) durchschnitt einem Kaninchen das rechte kleine Gehirn von unten nach oben, es drehte sich von links nach rechts.

In einer Menge von Versuchen durchschnitt Serres (*Mag. Journ. III. p. 146 sqq.*) bald die eine bald die andere Hemisphäre und stets wälzten oder drehten sich, von einem unwiderstehlichen Drange getrieben, die Thiere nach der Seite hin, wo die Verletzung des kleinen Gehirns war. Wenn solche Thiere auf den Rücken gelegt wurden und wollten sich umwenden, so geschah auch immer die Umwendung nach der verletzten Seite hin; also von rechts nach links, wenn das linke kleine Gehirn durchschnitten war. Trotz dem, dass die rechte Seite schwächer geworden war, machte doch die stärkere Seite die Umdrehung nicht. Sie diente vielmehr immer zum festen Punkte, um welchen sich die schwächere drehen musste.

Hertwig (a. a. O. p. 134) machte einer Katze in die rechte Seite des kleinen Gehirns einen senkrechten Einschnitt, bis fast in die Mitte. Das Thier zeigte sich sehr geschwächt auf der linken Seite; es bewegte sich nicht grade aus, sondern schief nach der rechten Seite zu, fast in einem Kreise. Als er derselben Katze auch die linke Seite eben so tief verwundet hatte, ging sie zur Verwunderung H.'s nicht mehr im Kreise, sondern fast ganz grade vorwärts, jedoch nur wankend von einer Seite zur andern; bisweilen, besonders wenn sie erschreckt worden war, ging sie auch einige Schritte rückwärts. Sie lag fast beständig ruhig und ging nur angetrieben von ihrem Lager.

Durch die erste Verwundung der rechten Gehirnhälfte wurde die linke Seitenbewegung von allen die freieste, desshalb geschah sie; als nun auch die linke Hälfte eingeschnitten war, war die rechte Körperseite

ebenso ungehemmt, die rechte Seitenbewegung hob die linke wieder auf. Es folgten nun wieder die nach vorn und hinten, je nachdem der Zufall das Gleichgewicht aufgehoben hatte.

Sehr interessant ist auch folgender Versuch von Hertwig (a. a. O. p. 135): Eine Katze, welcher H. den rechten Theil des kleinen Gehirns in senkrechter Richtung bis auf das verlängerte Mark durchgeschnitten hatte, zeigte sich hierauf sogleich dermassen an der ganzen linken Seite des Körpers gelähmt, dass sie weder stehen, noch einen einzigen Schritt gehen konnte, sondern niederfiel. Im Liegen drehte sie sich in der Längenachse des Körpers immer um sich selbst herum und zwar von der linken nach der rechten Seite zu; zuweilen ruhte sie auf kurze Zeit, wiederholte dann aber dieses Drehen wieder von Neuem. — Ebenso wendete sich eine andere Katze von rechts nach links, welcher H. die linke Seite des kleinen Gehirns durchschnitten hatte. (Ebend. p. 136.)

Ich frage, kann man einen physikalischen Lehrsatz mit mehr Bestimmtheit beweisen, als die Lehre von den Verrichtungen des kleinen Gehirns erwiesen worden ist? Kaum. Das Folgende wird aber immer noch mehr Beiträge dazu liefern, noch mehr Aufklärung gewähren.

Die Brücke besteht aus den Längsfasern des Rückenmarks und den Querfasern des kleinen Gehirns, welche von einer Hemisphäre zur andern gehen. Das kleine Gehirn sendet nämlich durch den sog. *Pedunculus cerebelli ad pontem* jederseits seine Hemmungsfasern zur Brücke und dieser Gehirntheil ist die Stelle, wo die Kraft des kleinen Gehirns sich den Rückenmarksfasern mittheilt. Daraus folgt, dass wenn der *Pedunculus cerebelli* einer Seite durchschnitten wird, derselbe Erfolg in den freiern Bewegungen eintreten muss, als ob die ganze Hemisphäre des kleinen Gehirns weggenommen wäre.

Dies hat zuerst Magendie durch einen eklatanten Versuch gezeigt: (*Journ. IV. p. 399*). Als nämlich

Magendie bei einem Kaninchen den Stamm des *N. trigeminus* in der Schädelhöhle durchschneiden wollte, verletzte er von ungefähr den *Pedunculus cerebelli.* Sogleich im Augenblicke nach der Durchschneidung drehte sich das Thier schnell um sich, ohne dass man es aufhalten konnte, oder wenigstens ohne dass es aufhörte, Anstrengungen zu machen, welche nothwendig waren, um diese eigenthümlichen Bewegungen zu veranlassen. Welche Lage man auch dem Thiere gab, immer drehte es sich weiter, bis ein physiches Hinderniss es aufhielt. Zwei Stunden lang sah M. diesem Schauspiele zu und da er es nicht länger beobachten konnte, so setzte er das Thier in einen Korb, auf dessen Grund Heu lag und liess ihm, obwohl er nicht dachte, dass es nach solchem Versuche grossen Appetit haben werde, doch Nahrung vorstellen.

Als M. des andern Tages nach dem Korbe sah, bemerkte er zu seinem grössten Erstaunen, dass sich das Kaninchen noch immerfort herumdrehte und in dem Heu verwickelt war, wie eine Flasche, die man versenden will. Es hatte übrigens gefressen, bei dem Fressen lag es auf dem Rücken und hielt die Nase in die Höhe. Dieser Zustand des Drehens hielt 8 Tage an, dann starb das Thier.

Bei wiederholten Versuchen bemerkte M. als constante Erscheinung, dass sich das Thier stets nach der verletzten Seite dreht. — Durchschnitt M. beide *Pedunculi,* so machte das Thier keine Bewegung mehr, sondern blieb unbeweglich stehen. Die Durchschneidung des *Pedunculus* brachte stärkere Bewegungen hervor, als die des kleinen Gehirns, (wahrscheinlich weil im *Pedunculus* die Fasern vereint neben einander liegen.)

Als Hertwig (p. 145) einem Hunde an der rechten Seite der Brücke einen Einschnitt in der Richtung von vorn nach hinten ungefähr ein Drittheil tief in seine Masse gemacht hatte, fing das Thier sogleich an, sich

von links nach rechts herumzudrehen. Nach ungefähr 5 Minuten ward es ruhig, trieb man es vorwärts, so stiess es den herabhängenden Kopf zur Erde. Noch zweimal erfolgte das Drehen an diesem Tage.

Bis zur Ermüdung erfolgte Drehen, dann Ruhe, dann wieder Drehen. Die Ursache des Drehens ist ganz klar, denn der Einfluss des rechten kleinen Gehirns war durch den Einschnitt in den *Pons* aufgehoben.

Bei einem andern Hunde, dem H. dieselbe Operation links gemacht hatte, erfolgte nothwendig ein Drehen von rechts nach links, dann Ruhe, aber bei der geringsten Veranlassung zu Bewegungen wieder dasselbe Drehen. Demselben Thiere machte H. des andern Tags noch einen Einschnitt rechts, das Drehen hörte auf und der Hund machte, obgleich sichtbar geschwächt, alle Bewegungen ziemlich regelmässig; er bewegte sich jedoch nur, wenn er angestossen oder auf andere Weise dazu gereizt wurde. (pag. 146.)

2) Die obern Schichten des kleinen Gehirns stehen in Beziehung zu den obern oder bei Thieren vordern Körpertheilen.

Nimmt man daher einem Thiere die obern Schichten des kleinen Gehirns weg, so zeigt es vorzugsweise eine Unsicherheit in den Bewegungen der vordern Körpertheile und eine vorwaltende Neigung vorn über zu fallen. Wenn man an Kaninchen diese Operation macht, so strecken sie gewöhnlich die Vorderbeine nach vorn, als stünden sie bereit fort zu laufen und neigen den Kopf abwärts; bewegen sich auch meistens ganz gerade aus, nur unsicher.

Man vergl. oben den Versuch f) von Hertwig an einer Katze angestellt. — Flourens bemerkte, dass man zuerst das Vermögen zu fliegen bei Vögeln aufhebe, indem man die obern Schichten des kleinen Gehirns wegnehme, also auch hier die zweckmässsige Bewegung der vordern Extremitäten. — In dem Versuche 39

wurde auf die entschiedene Neigung nach vorwärts bei Fröschen aufmerksam gemacht.

44. Ich nahm einem Kaninchen die obersten Lagen des rechten kleinen Gehirns weg. Das Thier streckte den linken Vorderfuss nach vorn und bewegte den Kopf und den ganzen Vorderkörper nach rechts und etwas nach vorn herabgebeugt. Die hintern Extremitäten waren ohne Theilnahme. Gleich nach der Operation bewegte sich das Thier stark und zwar immer nach rechts. Nachher wurden die Bewegungen langsamer, erfolgten aber stets eben dahin, und zwar mit dahin gebeugtem Kopf und Vorderkörper. Auch wenn das Thier ruhig sass, sah es immer nach dieser Seite und hielt den Kopf dahin gewendet.

Ebenso wirkt nun auch die Wegnahme der obern Schichten der Brücke auf die vordere Körperhälfte, wie aus Hertwigs Versuchen hervorgeht. H. machte einer Taube einen oberflächlichen Querschnitt in die Brücke, (trennte also die obersten Fasern, die aus dem kleinen Gehirn kommen,) die Taube ging und flog stets vorwärts, weder rückwärts, noch zur Seite, noch in die Höhe; sie konnte sich überhaupt gar nicht seitlich bewegen; wurde sie in die Höhe geworfen, so flog sie immer vorwärts bis an die Wand des Zimmers so an, dass sie mit einiger Heftigkeit zurück prallte und dann mit immer nach vorwärts gestrecktem Halse und Kopfe zur Erde niederfiel. Im Stehen hielt sie den Kopf beständig zur Erde gesenkt.

Wenn also die obern Schichten des kleinen Gehirns und der Brücke auf die vordre (obere) Körperhälfte einwirkt, so muss die Wegnahme dieser Theile also auch die motorische Kraft für den Vorderkörper frei wirken lassen. Daher diese Bewegungen nach vorn, wie wir sie eben beschrieben haben. Die Bewegungen nach vorn sind aber auch vorwaltend Beugungen. Die Nerven für die Beugung liegen wiederum vorzugsweise oben. Die

hemmenden Querfasern des kleinen Gehirns, welche sie berühren, wirken auch auf sie ein.

Einem Hunde schnitt H. 3/4 der Brücke quer von unten nach oben durch. Er konnte sich auf den 4 Beinen halten, aber keinen Schritt vorwärts gehen, ohne nach vorn zu fallen; er wankte dabei mit dem ganzen Körper bald vor- bald rückwärts. (p. 147.)

Einem andern Hunde machte H. einen Längenschnitt in der Mitte der Brücke von unten. Er ging mit stark vorwärts gebeugtem Kopfe, der fast unter die Brust gezogen war, vorwärts, zuweilen rückwärts.

Einer Taube machte H. einen oberflächlichen Längenschnitt in die Brücke. Sie ging und flog mehr rückwärts, als vorwärts. Ich will über die 3 letzten Versuche Nichts sagen, weil ich sie nicht mit Bestimmtheit erklären kann. Es ist hier noch eine Lücke, die durch spätere Untersuchungen vielleicht noch ausgefüllt wird.

Ob 3) ein Verhältniss zwischen der Bewegung der hintern Extremitäten und gewissen Theilen des kleinen Gehirns besteht, konnte ich noch nicht sicher ausmitteln.

Magendie (Journal III. p. 157) erzählt, dass bei etwas tiefen Verletzungen des kleinen Gehirns die Thiere dazu getrieben werden, rückwärts zu gehen.

Ich habe Folgendes beobachtet. Wenn man Säugethieren die hintere (nicht obere) Schicht des kleinen Gehirns wegschneidet, so bemerkt man sehr häufig, dass dieselben den Kopf und selbst die vordern Extremitäten nach hinten wenden. Ich habe gesehen, dass Katzen und Kaninchen den Kopf fast bis an die Wirbel brachten, ohne dass desshalb die Muskeln so steif waren, wie beim *Tetanus;* vielmehr schien die Bewegung nicht im Geringsten krampfhaft zu sein, sondern sah so aus, als ob es das Thier mit Willen thäte.

Auch Fodera sah dies Strecken des Nackens bei Verletzungen des kleinen Gehirns (Magendie Journ. III. p. 431.) Dasselbe beobachtet man häufig bei Krankheiten

des kleinen Gehirns, s. Burdach a. a. O. III. p. 431. — Die Ursache liegt offenbar darin, dass die Bewegungskraft der die Nackenmuskeln beherrschenden Nerven ungehemmt wirken kann.

Ich habe ferner beobachtet, dass Thiere bei tiefern Verletzungen und Zerstörungen des kleinen Gehirns oft mehrere Schritte rückwärts thaten, aber ich habe nie gesehen, dass eine entschiedene Neigung zu dieser Bewegung zugegen war, wie eine Neigung zur Drehbewegung oben, durch bestimmte Veranlassung entstanden, beschrieben worden ist.

Zuletzt gehören noch

4) hierhin, folgende Versuche von Magendie und Hertwig. Jener durchschnittt das kleine Gehirn von unten nach oben gerade in der Mittellinie; weder rechts noch links wich das Messer ab. Hienach schien, sagt M., das Thier gleichsam zwischen zwei Kräfte gestellt, welche sich gegenseitig entgegenwirken; bald neigte es sich auf eine Seite, als ob es fallen wollte, und dann wurde es wieder rasch auf die andere geworfen; es blieb mehrere Stunden in diesem Zustande des Schwankens.

Ganz gleich mit dem Resultate dieses Versuchs ist das von Hertwig, welcher noch dazu bemerkt, dass der Gang der Katze, an welcher er operirte, mit der gehörigen Bewegung der Füsse geschah.

Magendie Journal IV. p. 399.

Hertwig a. a. O. p. 132.

Es kann nicht schwer sein, die Ursache dieser Erscheinung auf's Deutlichste zu erklären. Die hemmende Kraft offenbart sich nämlich in beiden Hemisphären des kleinen Gehirns gleich stark. Beide stehen zu einander im genauesten Verhältnisse. Wird das eine weggenommen, so äussert sie sich in dem andern um so stärker, weil das Gleichgewicht aufgehoben ist. Durchschneidet man das kleine Gehirn genau in der Mitte, so bestehen zwei hemmende Kräfte in zwei Organen. Nun nehmen wir

an, ein Thier, bei dem jene Operation gemacht worden ist, wolle zuerst die Bewegung der rechten Seite machen, so muss durch die Kraft des Willens die vom linken kleinen Gehirne ausgeübte Hemmung aufgehoben werden. Die Willenskraft wirkt natürlich jetzt nicht stärker und nicht schwächer ein, als vorher; aber der Widerstand, welchen die hemmende Kraft der einen Seite durch die der andern im gesunden Zustande erfährt, existirt nicht mehr, da beide Hemisphären keine Gemeinschaft mehr haben. Desshalb wird dieselbe Einwirkung des Willens doch den Körper viel stärker nach rechts treiben, als wenn die Operation nicht geschehen ist. So verhält es sich nun ganz auch mit der andern Seite und desshalb muss nothwendig ein solches Thier immer von einer Seite zur andern gleichsam geworfen werden.

Noch ein Umstand bleibt endlich zu erwähnen, die Schwäche nämlich, welche jedesmal nach Wegnahme eines oder beider Hemisphären des kleinen Gehirns folgt. Sie schwindet bei den Thieren, welche dem Menschen entfernter stehen in der Regel nach einiger, oft sehr kurzer Zeit, grade wie die, welche nach Wegnahme der Hemisphären des grossen Gehirns folgt; sie verhält sich ganz so wie diese; — sie fehlt, wenn die *Pedunculi* durchschnitten werden, — Alles dies berechtigt uns zu der Annahme, dass die Schwäche kein Zeichen ist, welches vom kleinen Gehirne abhängt, sondern durch die Einwirkung und resp. den Zutritt der Fasern des grossen Gehirns begründet ist.

Wie aber bei den höhern Säugethieren und namentlich bei dem Menschen alle Gehirntheile in einem viel innigeren Zusammenhange stehen, als bei den niedern, so auch hier. Der Einfluss des grossen Gehirns wird immer mächtiger auf kleines Gehirn und Rückenmark; wie wir uns im Folgenden noch besser überzeugen werden. Es giebt Insecten, Amphibien, selbst Vögel, bei welchen die Wegnahme des kleinen Gehirns ohne alle folgende

Schwäche geschehen kann, während sie andre, sogar derselben Gattung und Art, bedeutend angreift. Säugethiere hingegen werden sehr sichtlich gelähmt, ihre Bewegungen geschehen höchst langsam, und wiederum sieht man, dass es auch hier bei einem Thiere nicht, wie bei dem andern ist. Ich habe Kaninchen, denen eine Hälfte des kleinen Gehirns weggenommen ward, gesehen, die plötzlich nach der Operation sich wie im Kreisel drehten; man sieht in solchen Fällen recht deutlich die gehemmte Kraft entbunden. In andern noch zahlreichern Fällen waren auch Kaninchen matt, halbtodt, und erst nach einiger Zeit begannen sie ihre Kreisbewegungen sehr langsam. Gewöhnlich sah ich, dass auch bei den muntersten doch später wieder Schwäche eintrat, aber bei dem geringsten Reiz wieder schwand. Eben so viele Nüancen bemerkte ich bei Fröschen und Stubenfliegen. — Bei Menschen erfolgt, wie oben bemerkt, leicht Lähmung bei Fehlern des kleinen Gehirns; man hat wohl aber auch hierbei den Druck auf's Rückenmark zu berücksichtigen.

Ohne Ausnahme zieht die Wegnahme des kleinen Gehirns bald früher bald später das Ableben des Thieres nach sich. Woher diese Erscheinung kommt, kann erst später seine Erklärung finden, wo von den Nervenfasern, welche in dies Hirnorgan vom Rückenmarke aus hineingehen, gehandelt wird. Bis hierher haben wir blos von den Nervenfasern gesprochen, welche aus dem kleinen Gehirne herausgehen.

Den Einfluss des kleinen Gehirns und der Brücke auf die Bewegung der Augen werden wir im Zusammenhange mit der Wirkung anderer Hirnorgane auf dieselbe zu untersuchen haben.

Die Beobachter Flourens und Hertwig bemerken, dass nach einem einfachen Durchschnitte die Funktionen sich wieder einstellen, wenn die Wundflächen sich wieder

vereinigen, was in der That nach der von diesen Physiologen gesammelten Thatsachen erfolgen kann.

§. 11.

Durch die freie Bewegungskraft und durch die Hemmungskraft, welche beide in Millionen von Fäserchen sich entwickeln, die durch den künstlichsten Bau mit einander verbunden sind, lassen sich nun allerdings die mannichfaltigsten Arten von Bewegungen hervorbringen, die grösste Regelmässigkeit, die grösste Harmonie sich schaffen. Aber es fehlt noch der *Motor*, der das Gegebne zu benutzen versteht, der das Bewegen durch die Hemmung leitet und beherrscht. Denn uneingeschränkt würde das Princip der Hemmung ein eben so trauriges Wesen aus dem Thiere machen, als das ungezügelte Bewegungsprincip. Es würde ein uns wohlbekannter, jetzt erquicklicher Zustand, der Schlaf, das einzige Loos des thierischen Geschöpfes sein.

Wo aber ist dieser sinnige Ordner? diese Gotteskraft, welche das Getriebe leitet? Ist sie ganz unabhängig, handelt sie nach Gutdünken, weiss sie nicht, was Zweck heisst? oder binden auch sie Gesetze, wird sie wiederum geleitet und beherrscht?

Diese Kraft nennen wir im weitesten Sinne: Trieb. Trieb ist also die Fähigkeit, die motorische und Hemmungskraft so gegeneinander wirken zu lassen, dass eine geregelte zweckmässige Bewegung zu Stande kommen kann. Seiner Natur nach muss der Trieb frei sein, er muss nach einem gewissen, zu erreichenden Zwecke hinwirken. Dieser Zweck ist sein einziges Gesetz. Man sieht ein, dass es nicht grade nothwendig ist, dass der Trieb in dem Individuum sei, in dem er sich offenbart, sondern es ist denkbar, dass er auch ausser ihm sein könne. In der That ist auch bei ähnlichen Kräften, wie die der Hemmung und Bewegung im Thierkörper sind, in der Pflanze jener Trieb ausser dem Pflanzenkörper;

er ist, so zu sagen, mit der allgemeinen Schöpfungskraft vereinigt. Bei den Thieren hingegen liegt dieser Trieb in dem Körper selbst, und diese Eigenschaft, dass nämlich in dem Körper des Thieres selbst der Trieb liegt, nicht ausser ihm, nennen wir: Erkennen, und eben in dem Erkennen ist der Unterschied zwischen Thier und Pflanze zu suchen. Was das Erkennen seinem Wesen nach sei, wissen wir nicht, wir wissen nur Etwas von dem, was erkannt wird, von dem Objecte, von den Vorstellungen; wir können aber auch nicht wissen, was „Erkennen" ist, weil wir nicht wissen, was der Trieb seinem Wesen nach ist und dieses wird uns nothwendig stets verborgen bleiben, wie die Gottheit selbst, mit der er eins ist. Wir können nur erforschen, wie er sich in den Objecten äussert.

Alle Objecte sind nicht nur durch Zeit und Raum gesetzt, (ja ohne diese gar nicht denkbar,) sondern einzelne stehen auch unter einander in einer gewissen Connexion. Zwei Objecte gehören zusammen, ohne dass sie desshalb mit einander immer verbunden sind. Die Beziehung zwischen beiden besteht sowohl der Zeit nach, d. h. dass das zweite, welches nach dem ersten wird, auch durch das erste wird; als auch dem Raume nach d. h. dass das zweite mit dem ersten zusammentritt und sich mit ihm verbindet, wenn sie zusammenkommen. Das zweite wird also durch das erste bedingt. Die Begriffe von Ursache und Wirkung drücken nur einen Theil dieser Beziehung aus, sie machen nur ein Glied dieser Connexion aus; aber durchaus ist die Succession zweier Objecte nicht immer in dem Verhältnisse von Ursache und Wirkung. Die Attraction, die Affinität etc. gehören ebenso sehr dahin. Wo sich nur ein Object a und ein Object b in ihrer Thätigkeit auf einander folgen, oder mit einander sind, da ist diese geheime Beziehung zugegen; es ist auch einerlei, welcher Art die Thätigkeit des einen und des andern Objectes ist. Den innern

Grund dieser Succession zweier Objecte, welche wir in der ganzen Natur finden, wissen wir nicht; nur dass sie wirklich existirt, ist uns bekannt. Wir kennen durchaus die Gesetze nicht, nach welchen diese Succession und das Zusammensein im Raume zu Stande kömmt; nur ihre Unabänderlichkeit, ihre Ewigkeit, ihre Nothwendigkeit sehen wir tagtäglich vor unsern Augen. So sehen wir diese Connexion zwischen allen Objecten, welche auf der Erde sind und dieser selbst durch die Schwerkraft ausgedrückt; so hundertfach in chemischen Prozessen die Connexion durch chemische Affinität etc. Wenn sich die Salztheilchen aus einer Salzlösung zu den regelmässigsten Krystallen aneinander schliessen, so sehen wir eine ähnliche Kraft wirken, wir sehen, dass Gesetze, dass Normen obwalten müssen, wodurch diese Regelmässigkeit ebensowohl, als überhaupt die Anziehung bedingt ist.

Das Band, welches zwei Objecte in Zeit und Raum an einander bringt und dadurch die Fähigkeit zur Aeusserung werden lässt, ist also überall sichtbar in seinen Folgen; und wir brauchen nur genau uns den ganzen Gegenstand zu vergegenwärtigen, so ist das, was wir bei Thieren den Trieb nennen, seinem Wesen nach dasselbe mit dem, was wir in der anorganischen Natur als sog. allgemeine Kräfte, wie Schwerkraft, Attraction etc. bezeichnen. Wirklich hat Schopenhauer in seinem trefflichen Werke: „Die Welt als Wille und Vorstellung. Leipz. 1819." mit dem Einen Namen „Willen" sowohl den innern Grund der oben bezeichneten Connexion zweier Objecte in der anorganischen und Pflanzen-Welt, als auch den Trieb benannt. Wir wollen aber das Wort „Willen" nicht gebrauchen, weil man dadurch leicht unverständlich werden könnte. Die Kraft, welche wir also Trieb bei Thieren nennen, zeigt sich ebenfalls als eine verbindende zwischen zwei Objecten, nur liegen diese Objecte nahe zusammen, — in Einem Leibe. Das eine

Object ist nämlich der Körper, als empfindender und in höherer Potenz als vorstellender, — das andere Object ist der Körper, als bewegungsfähiger. Vorstellung und Bewegung oder (was im Ganzen dasselbe ist) Empfindung und Bewegung heissen die correspondirenden Glieder, deren geheime Kette wir Trieb nennen. Diese Glieder sind, wie wir im Verlaufe dieser Untersuchung noch sehen werden, in einer absolut nothwendigen, aber ebenso ihrem Wesen nach ungekannten, Verbindung, als es die Verbindung zweier physischer oder chemischer Körper ist. Niemand kann uns sagen, wesshalb nach einer gewissen Empfindung, nach einer gewissen Vorstellung — eine gewisse Bewegung erfolgt.

Unsre oben gegebne Definition von Trieb: es sei die Kraft, die Bewegung und Hemmung so gegen einander wirken zu lassen, dass dadurch eine regelmässige Bewegung entstehen könnte, können wir nun auch so modificiren: es ist die Kraft, nach Empfindungen oder Vorstellungen die entsprechenden Bewegungen hervortreten zu lassen. Die Elemente aller Bewegungen, mögen sie heissen, wie sie wollen, liegen vorgebildet in dem verlängerten und Rückenmarke; diese werden nicht etwa neu erzeugt durch Empfindungen und Vorstellungen, sondern treten nur ins Leben, wenn jene entstehen.

Der Zweck dieses Triebes ist überall, wo und wie er auch auftreten mag, E r h a l t u n g. Dass dies so ist, wird unten durch Thatsachen bewiesen. Daraus aber folgt, dass jede Aeusserung des Triebes eine zweckmässige ist. Ob sie nothwendig, ob sie willkührlich sei, davon sehen wir einstweilen ganz ab, aber dass sie zweckmässig sei, behaupten wir mit aller Strenge. (Ueberhaupt sind Nothwendigkeit und Willkühr nur gewisse Modificationen in der Ausführung des Triebes, welche in einander oft genug übergehen, welche, wie mir scheint, weder in der Eigenthümlichkeit gewisser

Nerven noch in der gewisser Muskeln begründet sind. Doch davon weiter unten.)

Der Thierkörper steht mit der Aussenwelt, die ihn umgiebt, auf zwiefache Art in Verbindung. Einmal wirkt die Aussenwelt auf ihn ein; er ist dabei relativ passiv; er veranlasst die Einwirkung nicht; so z. B. bei allen bekannten nothwendigen oder zufälligen mechanischen Einflüssen; so gehören der Druck der Luft, das Licht, die Wärme hiehin, ferner alle Schmerz erregenden Ursachen etc., Alles, was vor unsern Gesichts-, Gehörs-, Geruchs-Sinn kommt u. s. w. Im geringen Grade dient das Meiste des Erwähnten dem Körper zur Erhaltung; so ein gewisser Grad von Wärme, von Licht, so das Vorkommen von Gegenständen zu unsern Sinnen; und in diesem Grade empfinden auch die Empfindungsnerven Nichts von diesen Aussendingen; ihre Wirkung ist gehemmt durch das kleine Gehirn. Wird aber die Einwirkung stärker oder wird sie der Organisation ganz fremd, so wird die Empfindung rege, die Hemmung ist nicht mehr im Stande, sie schweigen zu machen, und nun tritt der Trieb, dieser Wächter zur Erhaltung, ein und veranlasst die Bewegungen, welche nothwendig sind, der schädlichen Einwirkung auszuweichen, oder besser, die nothwendig sind zum Schutze. Ist die Einwirkung aber der Art, dass sie dem Körper wohlthut, dass dadurch die Idee der Erhaltung gefördert wird, so entstehen Bewegungen, welche den Zweck haben, die Einwirkung zu bewahren, sie aufzunehmen. Ich behaupte daher, dass alle Bewegungen nach Empfindungen zweckmässig sind und werde es unten genau beweisen. Wir nennen diesen Trieb also einen durch äussere Dinge veranlassten, oder äussern Trieb. Zweitens tritt aber der Thierkörper mit der Aussenwelt dadurch in Verbindung, dass er sich ihr nähert, dass er durch sie, sich zu erhalten, in ihr sich zu schützen sucht. Er ist jetzt mehr activ, er strebt ihr entgegen. Dahin gehören der

Trieb, sich Nahrung zu verschaffen, alle Kunsttriebe der Thiere etc. Wir nennen ihn den innern Trieb.

Marshal Hall und gleichzeitig Johannes Müller haben die schöne Entdeckung gemacht, dass in jedem Theile des Körpers, in welchem noch Rückenmark oder verlängertes Mark sei, auf eine Reizung der Empfindungsnerven Bewegung folge, so lange das Thier noch lebe, ohne dass desshalb das Thier wirklich Empfindung davon habe, d. h. bewusst werde des Schmerzes oder der Wollust. Im abgehauenen Hintertheile eines Thierkörpers erfolgen noch Bewegungen, wenn man die Haut reizt etc. Lange Zeit, nachdem einem Huhne das Gehirn weggenommen war, sah Flourens noch Bewegungen nach Empfindungsreizen. (A. a. O. p. 81.) Im Rückenmarke ist nach M. Hall die Stelle, wo ein auf die Empfindungsnerven angebrachter Reiz gleichsam überspringt auf die Bewegungsnerven und dadurch also Bewegung veranlasst. Unsre oben angeführten Untersuchungen über den Verlauf der Nerven scheinen ganz dafür zu sprechen, und man kann dadurch bis zur Ueberzeugung gleichsam die Richtigkeit demonstriren. Aber desshalb lassen wir uns nicht zu übereilten Urtheilen hinreissen, wir lassen vielmehr lediglich die Erfahrung sprechen.

An der Richtigkeit der Thatsachen, welche M. Hall für seine Lehre angibt, ist im Allgemeinen kein Zweifel. Bei Wiederholung bestätigen sich die allermeisten. Da sein geschätztes Werk (*Memoirs on the nervous system, Lond. 1837*) in Jedermanns Händen ist, so will ich seinen Inhalt hier nicht wiederholen.

Ich stellte mir zuerst die Frage, ob die bei enthaupteten Thieren nach Reizen der Empfindung erfolgenden Bewegungen ganz mechanisch durch die Berührung und Reizmittheilung einer Faser zur andern zu erklären sei oder nicht. Da ich keinen Grund hatte, für die eine oder die andere dieser Meinungen vorher eingenommen zu sein, so konnte ich recht vorurtheilsfrei zu Werke gehen.

Weil Frösche sich grade zur Untersuchung über diesen Gegenstand gar sehr eignen, habe ich auch an ihnen meine Versuche begonnen:

46. Man schneide einem Frosche den Kopf ab. Während des Abschneidens sperrt das Thier gewöhnlich weit das Maul auf, um nach Luft zu schnappen. Gleich nach der Operation entstehen schnell vorübergehende Krämpfe, wobei das Thier sich vorzugsweise streckt. Nach einigen Secunden ist der Rumpf ganz ruhig, man sieht Nichts als Herzbewegungen, der Kopf athmet noch eine Weile.

Nun warte man einige Zeit ab, etwa 3 bis 4 Minuten und betupfe sodann die Rückenfläche an der linken Seite der Haut mit einem Stückchen *Kali causticum.* Der Rumpf biegt die Stelle weg, bringt die beiden Vorderbeine und das linke Hinterbein der Stelle der Verletzung nahe; macht also vorwaltende Bewegungen nach hinten.

47. Man bringe ein Stückchen *Kali causticum* auf die vordre Bauchfläche eines vor Kurzem enthaupteten Frosches, sein ganzer Vorderkörper beugt sich der Stelle zu, wo der Reiz angebracht ist.

48. Man lege einen vor wenig Minuten enthaupteten Frosch auf den Rücken und betupfte die rechte Bauchseite mit *Kali causticum;* der Rumpf bringt beide Hinterbeine nach der Stelle hin, fest sie an den Leib anziehend.

49. Man betupfe die vordere Fläche der Vorderbeine eines enthaupteten Frosches mit demselben Mittel. Sie entfernen sich vom Leibe und sind in einer Lage zwischen Beugen und Strecken.

50. Man schneide einem unverschrten Frosche die Kopfhaut ab, er bringt seine beiden Vorderbeine ganz nach hinten, übrigens gebeugt, so dass sie oft bis an die Scheere kommen, und macht Bewegungen das verletzende Werkzeug zu entfernen.

Man betupfe den Kopf eines Frosches an welchem bei der Enthauptung noch die Vorderextremitäten geblieben

sind, an seiner obern Fläche mit *Kali causticum;* er bewegt seine Vorderbeine gegen die insultirte Stelle; man betupfe die untere Fläche des Kopfs, er macht Bewegungen, als wolle er das schmerzerregende Mittel wegputzen.

51. Man bringe einem unversehrten festgebundenen Frosche ein Stückchen *Kali* auf den Rücken, er macht Versuche zum Fliehen und bringt diejenige seiner Extremitäten an den verletzten Ort, welche nicht angebunden ist. — Man thue dasselbe bei einem Frosch ohne kleines Gehirn, er macht dieselben Bewegungen. — Der enthauptete Rumpf macht es grade so. — Es sind Bewegungen, den verletzenden Körper zu entfernen, sie sind je nach der Stelle, bald Streckungen bald Beugungen.

52. Man reize die Haut irgend einer Extremität eines unversehrten, festgebundenen Frosches mit *Kali*, er entfernt sie und bringt, wenn er nicht entfliehen kann, die andere hin, um den schmerzenden Körper zu entfernen.

Enthauptete Hunde schlagen mit der Tatze gegen die brennende Kerze, die man ihr nähert, und ziehen sie dann zurück. s. meine Lehre vom Erbrechen p. 139 fg.

53. Eine enthauptete Mutterkatze, der ich die Geschlechtstheile reizte, brachte die Beine auseinander (Ebend. p. 140;) eine andere, der ich die *Clitoris* mit *Kali causticum* betupfte, zog sie rasch an den Leib an.

Ich verweise hinsichtlich dessen, was von Andern beobachtet worden ist, auf Nasses bekannte Abhandlung (S. dess. Unters. II. p. 246. fg.)

Aber alle diese Bewegungen, haben trotz aller Aehnlichkeit mit denen vor der Enthauptung etwas ganz Besonderes; wie mit Recht M. Hall (l. c. p. 21.) und Grainger (s. Nasse p. 257.) bemerken. Worin aber das Besondere liegt, will ich gleich sagen. Es erfolgen nie regelmässige Bewegungen zum Entfliehen. Der Reiz der Haut ist Reiz zugleich für die entsprechende Rückenmarkstelle; dadurch wird das Gleichgewicht aufgehoben,

es können Bewegungen beider Seiten sowohl, als die des Vorder- und Hinterkörpers erfolgen; aber die Bewegung wird nicht vollständig, weil immer die motorische Kraft der entgegenstehenden Seite entgegenwirkt. — Niedere Thiere können keinen Gegenbeweis geben, es ist wahr, Insekten fliegen nach der Wegnahme des Kopfes noch munter fort, — aber die Concentration ist bei niedern Thieren durchaus nicht in dem Grade vorhanden, als bei höhern, selbst bei Fröschen nicht so, als bei Säugethieren, obwohl schon deutlich genug.

Aber das lässt sich aus einer zahllosen Menge von Versuchen, welche ganz mit denen von Blane, Legallois, Grainger und vielen Andern übereinstimmen, mit aller nur zu erlangenden Gewissheit als wahr aufstellen, was Nasse (a. a. O. p. 255) in dem ersten seiner vier Sätze behauptet: „Es werden bei den des Gehirns oder auch des Kopfs beraubten Thieren Bewegungen beobachtet, die den Ausdruck der Zweckmässigkeit haben." Aber diese zweckmässigen Bewegungen erfolgen nur dann, wenn ein Reiz auf die Empfindungsnerven ausgeübt wurde und können auch nur dann erfolgen. Diejenigen Bewegungen hingegen, welche ohne Reizung bei enthaupteten Thieren erfolgen, tragen nie das Gepräge der Zweckmässigkeit an sich, es sind vielmehr nichts Anderes als Zuckungen. Wir können dies durch Nichts bestimmter beweisen, als dadurch, dass Thiere, welchen das grosse Gehirn, in welchem der Sitz des innern activen Triebes ist, weggenommen worden ist, nach Flourens reicher Erfahrung nie das Geringste fressen, und wenn man sie mitten unter die Nahrungsmittel setzt. Diese Thiere können sich bewegen, können kauen, beissen, schlucken, und doch fressen sie nicht, weil die dazu nöthigen, zweckmässigen Bewegungen nicht vom äusseren Triebe abhängig sind, und die Erregung dazu von innen kommt.

Kaau Boerhave erzählt zwar naiv genug, dass

ein ausgehungerter Hahn nach der Enthauptung zum Futter gelaufen wäre; aber das sind Phantasien. Wenn Legallois bei geköpften Kaninchen, bei denen er ein künstliches Athmen unterhielt, ohne äussere Reizung lebhafte Bewegungen der Extremitäten erfolgen sah, so sind das noch lange keine zweckmässigen. S. Nasse a. a. O. p. 254 und 260.

So ist es auch leicht erklärlich, warum, wie Nasse selbst p. 263 bemerkt, nie bei enthaupteten Thieren ein Tasten sich zeigt; es ist dies etwas Actives, gehört dem innern Triebe an.

Regelmässige Ortsbewegungen, zu deren Ausführung ein Verhältniss zwischen rechts und links, zwischen Vorder- und Hinterkörper eintreten muss, können nie bei enthaupteten Thieren der höhern Klassen vorkommen; wohl aber einfache Bewegungen, welche eine Beeinträchtigung des Körpers vermeiden, oder abwehren und solche, welche Wollust befördern können, — aber auch niemals andere. Giebt man der Zweckmässigkeit diese Einschränkung, so wird man sie bei allen von M. Hall so genannten Reflexionsbewegungen nie vermissen. Die Versuche sind leicht anzustellen, sie können oft wiederholt werden und es kann nicht fehlen, dass die Wahrheit sich mit der grössten Gewissheit herausstellt. Wo nur noch ein Theilchen Rückenmark oder verlängertes Mark ist, da fehlen nie jene zweckmässigen Bewegungen nach Reizungen der Empfindungsnerven. Sie werden durch die Kraft bedingt, welche wir den äussern Trieb genannt haben. Diese Kraft äussert sich nur da, wo Empfindungs- und Bewegungs-Fasern sich vereinigen und kann ihrer Natur nach an keiner andern Stelle sich zeigen. Ich hatte früher die Meinung aufgestellt, sie gehe ursprünglich vom grossen Gehirne aus und werde dem verlängerten und Rückenmarke mitgetheilt, doch lässt sich dieselbe nicht mit Bestimmtheit weder beweisen noch bestreiten, wir wollen sie daher auch hier nicht weiter beachten.

Die Beobachtungen zeigen, dass es nicht wohl zu erklären ist, dass dieser sogenannte äussere Trieb sich durch die Nervenverbindung, soweit sie jetzt bekannt ist, wirksam erweise. Es kommen zwar zuerst Bewegungen, welche der gereizten Stelle zunächst vor sich gehen, und man könnte daher aus der oben §. 5 nachgewiesenen Faserungsart durch die Kreuzung dies recht wohl erklären; es scheint mir jedoch Manches entgegen zu stehen. So vor Allem, dass Reizung der Genitalien, welche Schmerz verursacht, obwohl an derselben Stelle angebracht, andere Bewegungen veranlasst, als solche, welche Wollust erzeugt; und ebenso einige andere Beobachtungen. Ich habe zwar die Ueberzeugung, dass durch bestimmte Vorrichtungen im Nervenverlaufe die auf jeden Empfindungseinfluss folgende Bewegung bedingt ist, weil überall wir das Zweckmässige in der Natur an ganz bestimmte, unabänderlich nothwendige Formen geknüpft sehen, — aber bis jetzt kann der Beweis noch nicht geliefert werden. Desshalb sind wir genöthigt, den äussern Trieb noch als eine frei wählende Kraft zu betrachten, bis weitere Forschungen uns die fast mit Gewissheit anzunehmende Nothwendigkeit der Bewegungen durch Nervenverlauf nachweisen.

Ob nun die Reizung der Empfindungsnerven eines enthaupteten Thieres auch Schmerz macht, das ist eine ganz andere Frage. In der Zweckmässigkeit der Bewegungen liegt dies keineswegs begründet; sind ja doch auch die nach Reizung einiger Pflanzen entstehenden Bewegungen zweckmässig! Wenn wir bedenken, dass nach Wegnahme des grossen Gehirns die Säugethiere zwar sich dem reizenden, schmerzerregenden Einflusse zu entziehen suchen, aber eigentlich ausserdem nicht eine einzige Aeusserung des Schmerzes zeigen, wie bei unverletztem Zustande; wenn man bedenkt, dass unter der Durchschnittsstelle des Rückenmarks jede Empfindung gewöhnlich rasch dahin ist, aber sogenannte Reflexionsbewegungen sehr

wohl erfolgen, so kann man wohl annehmen, dass das Wahrnehmen der Empfindung, wodurch denn doch eigentlich der Schmerz entsteht, nie mehr bei enthaupteten Thieren statt finden kann. Im Schlafe bringt eine Reizung einer empfindenden Stelle auch zweckmässige Bewegungen hervor, aber desshalb haben wir keinen Schmerz; oder wir müssten mit dem Ausdrucke: Schmerz spielen wollen. Er ist nur das Bewusstwerden einer Reizung von Empfindungsfasern, nichts Anderes. Das Bewusstwerden liegt aber, wie übereinstimmende Versuche lehren, nur im grossen Gehirne. Die Sehnerven, die Sehhügel, die Vierhügel können ganz unversehrt sein und doch sieht ein Thier nicht, dem die grossen Gehirnlappen genommen sind. Die Eindrücke auf den Gesichtssinn werden aufgenommen, helles und dunkles Licht bewirken die zur Erhaltung des Auges zweckdienlichen Bewegungen der Iris, aber die aufgenommenen Eindrücke kommen nicht zum Bewusstsein, das Thier sieht nichts. Dasselbe ist mit dem Gehör der Fall; und dasselbe gilt von jeder Empfindung.

Der äussere Trieb zeigt sich auch im Gebrauche der Waffen, welche von der Natur vielen Thieren zum Schutze verliehen sind. Sie können auch noch nach der Enthauptung angewandt werden. Das interressanteste Beispiel giebt uns die Biene. Nimmt man ihr das grosse Gehirn hinweg, so zeigt sie nicht das geringste Begehren zu fressen, fort zu fliegen oder gar zu bauen, hingegen wenn man sie reizt, sticht sie; ja der enthauptete Rumpf einer Biene sticht noch. Vgl. Kunzmann in Hufel. Journ. 1820. St. 3. p. 124. „Ich habe bemerkt, sagt K., dass, wenn man einer Biene den Hinterleib abschneidet, ehe man sie tödtet, noch nach 12 Stunden der Stachel, bei einer leisen Berührung des Leibes mit eben der Kraft und eben der Schnelligkeit hervordringt, als bei der lebenden Biene und man von diesem Hinterleibe ebenso verletzt werden kann, als von der vollständigen

Biene." Vgl. auch *Lesser Insecto-Theol. Hag.* 1742. *II. p.* 84.

Ich glaube nun, dem Leser wird es klar sein, was man unter „äusserm Triebe" zu verstehen habe und welche Bewegungen durch ihn veranlasst werden. Ich will aber dennoch, der Vollständigkeit halber unten einige Beispiele folgen lassen. Nach einem Schmerz oder Lust erweckenden Einflusse wählt also jener Trieb, wie schon gesagt, die Bewegungen d. h. treibt die geordneten Nervenbündel an, welche dem Schmerzeinflusse den Körper entziehen und dem Wollusteinflusse ihn mehr zugänglich machen. Die Idee der Zweckmässigkeit, von der Gottheit als leitendes Princip in alles Geschaffene gelegt, ist sein einziges, jedoch streng bindendes Gesetz, welches ihn beständig anregt, und ihm zu wählen gebietet. Undenkbar ist eine Abweichung in dieser Wahl, undenkbar, — weil die Uridee des Schöpfers nicht auf Launen beruht, sondern eben Gesetz, Ordnung ist. Aber man muss die Wahl zu Bewegungen übrigens ganz der identificiren, welche in Wahl der sogenannten willkührlichen Bewegungen besteht, wovon bald die Rede sein soll. Wenn wir z. B. den Arm in die Höhe heben wollen, so werden wir durch irgend eine Combination von Vorstellungen dazu angetrieben, welche frei in uns wirken. Diesen combinirten Vorstellungen folgt jedesmal die Bewegung des Armes, als eine ganz nothwendige, durchaus unfreie Folge.

Man könnte fragen, warum bedarf aber der äussere Trieb des kleinen Gehirns nicht zu seinen Bewegungen? Wie können regelmässige Bewegungen ohne den ordnenden Einfluss jenes Organs möglich werden? Nur zu den einseitigen Bewegungen bedarf er allerdings des kleinen Gehirns nicht, zum Beugen und Strecken, zum Zusammenziehen und Ausdehnen; aber wohl bedarf er es, wo wirkliche Ortsbewegungen ausgeführt werden sollen. Brennt oder sticht man ein Thier, dessen kleines

Gehirn man weggenommen hat, so sucht es den verletzenden Körper durch die mannichfaltigsten Beugungen und Streckungen zu entfernen, aber es entflieht nicht, weil es nicht entfliehen kann; obwohl der Wille dazu nicht fehlt. Grade dasselbe thut ein enthauptetes Thier. Hingegen ein Thier ohne grosses Gehirn entflieht wohl, wenn man es reizt, wie dies Alles durch bekannte Versuche festgestellt ist. Im letzten Falle wirkt also wohl das kleine Gehirn mit seiner hemmenden Wirkung ein. Uebrigens wird auch, wie schon erwähnt, das Gleichgewicht in der auf beide Seiten des Rückenmarks wirkenden Bewegungskraft durch den Reiz aufgehoben, welcher doch nur eine Seite trifft, wodurch diese mehr Kraft entwickeln kann, als die entgegengesetzte. Wirkt aber ein Reiz auf beide Seiten des Rumpfes gleich stark ein, so gleicht sich die stärker erregte Kraft der einen Seite mit der der andern Seite wieder aus, daher wird die Bewegung dann geringer sein. Daher ist es auch gar nicht auffallend, dass die von M. Hall sogenannten Reflexionsbewegungen bei sehr starken und weitverbreiteten Reizungen minder heftig sind, als bei geringern, eine kleinere Stelle einnehmenden.

Vieles Interessante, was hierher gehört, findet man in der schon mehr erwähnten Abhandlung von Nasse, auf die ich wiederholt verweise.

Beispiele von Bewegungen nach Einwirkung auf Empfindungsnerven, veranlasst durch die Kraft, welche wir den äussern Trieb nennen, sind: Schliessen der Augenlieder bei Reizung der *Conjunctiva*; der Pupille bei Reizung der *Iris;* des *Spincter ani* bei Reizung des Afters; — Nähern der Extremitäten an eine gereizte Rumpfstelle bei enthaupteten Thieren; Bewegung gegen die verletzte Kopfstelle bei *Commotio* und *Compressio cerebri*, wenn jede Spur des Bewusstseins erloschen ist; Bewegung hydrocephalischer Kinder noch im letzten Stadium, die Hautläppchen von der Zunge und der Nase

wegzupicken; — Wegwenden einer gereizten Rumpfstelle bei enthaupteten Thieren; Wegwenden einer gereizten Extremität bei denselben, bald als Beugung, bald als Streckung; convulsivisches Wegwenden eines Glieds bei Verbrennungen; Umwenden im Schlafe bei schlechter Lage; — Niessen bei Reizungen der Nase, — Husten bei Reizungen der Luftröhre, — Bewegungen zum Entfernen der fremden Körper bei Reizungen der Darm-Schleimhaut, — Annäherung des Körpertheils bei zarter, sanfter Berührung; convulsivisches Zusammenpressen der Hand durch zärtlichen wohlthuenden Druck; eigenthümliche Bewegungen bei beiden Geschlechtern durch Reizung der Genitalien. etc. etc.

Mit Absicht wurden in die Darstellung die vielen für und gegen M. Hall aufgestellten Meinungen keiner Kritik unterworfen, da es der Tendenz dieser Schrift fern lag, zu polemisiren; vielmehr war es meine Absicht, aus anerkannten, hinlänglich festgestellten Versuchen das zu schliessen, was mir unmittelbar daraus zu folgen schien.

Ausser den schon erwähnten Schriften bitte ich noch zu vergleichen:

Müllers Phys. I. p. 688. (Zweite Aufl.)

Valentin l. c. §. 229 sqq.

Während der äussere Trieb seinen Ursprung von den Empfindungsnerven nehmen muss und nur da sich äussern kann, wo diese mit den Bewegungsnerven zusammentreten, ist es ganz anders mit dem innern Trieb. Er ist freilich nicht verschieden von jenem, es ist Eine allmächtige Kraft, welche nur in verschiedenen Modificationen auftritt, und in beiden liegt derselbe Urgedanke: Erhaltung. Das müssen wir stets festhalten; die eine (der äussere Trieb) wirkt erhaltend von aussen nach innen, die andere (der innere Trieb) von innen nach aussen.

Der innere Trieb ist also, wie wir gesagt haben, mehr aktiv, er wird nicht dadurch erst rege, dass die

Aussenwelt auf den Körper, und namentlich auf seine Empfindungsnerven einwirkt, sondern er sucht, wenn ich so sagen darf, die Aussenwelt zu benutzen, damit durch dieselbe der Körper erhalten werde; er treibt den Körper an, damit er bestehen kann. Während z. B. der Körper durch den äussern Trieb nur angeregt wird, vor Schmerz verursachenden Einflüssen auszuweichen; wird er, durch den innern Trieb veranlasst, auszuweichen und sich sicher zu stellen etc. etc.

Eben zu dieser Sicherung des Individui selbst und der Gattung, ferner zur Herbeischaffung von Stoffen, die zur Erhaltung des Körpers erforderlich sind, endlich dazu, dass dieser in dem Zustande verbleibe, der sein Dasein bedingt, ist der innere Trieb wirksam und thätig.

Ist eine solche Thätigkeit das ganze Leben eines Thieres hindurch andauernd, so muss auch der innere Trieb von der Geburt jenes an ununterbrochen oder doch eine ganze Zeit hindurch thätig sein; ist aber die Thätigkeit eine solche, dass sie nur pausenweise auftreten soll, so muss der innere Trieb erst jedesmal dazu angeregt werden; die Anregung geschieht durch Empfindungs- und Sinnesnerven. In dem ersten Falle ist aber keine Anregung erforderlich, der Trieb ist mit der ganzen Organisation verschmolzen, er wirkt, wie sie entsteht; die Gottheit hat ihn in das Thier hineingelegt, als sie es schuf; ja die Gottheit ist selbst dieser Trieb, welcher in dem Thiere lebt und webt; und für sein Fortkommen, für sein Bestehen sorgt. Hierher gehören alle sogenannten Kunsttriebe der Thiere. Die Spinne webt ihre Netze von der Zeit an, wo sie wird, ehe sie noch eine Fliege gesehen oder gekostet hat, indem sie den zähen Saft ihres Leibes netzförmig ausbreitet. (Reimarus Triebe der Thiere. p. 92.) Es ist dies ebenso mit ihr eins, wie der Herzschlag; es gehört zu ihrem Wesen, der Schöpfer hat ihr die Kraft dazu verliehen.

Zu andern Bedürfnissen des Lebens muss der Trieb

erst angeregt werden, weil sie nicht anhaltend sind, so z. B. zum Aufsuchen von Nahrung. Die Empfindung des Hungers wird rege und der innere Trieb bewirkt die zusammengesetzten Ortsbewegungen, welche nothwendig sind, um Nahrung zu holen. Das hungrige Thier vom kleinsten Insect bis zum grössten Säugethiere, läuft so lange, bis es etwas findet. Der Trieb, die Gottheit, die in ihm wirkt, die es geschaffen hat, will es auch erhalten. Es muss weiter und darf nicht rasten, ehe es Nahrung gefunden hat.

Auf jede Empfindung folgt die zweckmässigste Bewegung, und dass diese folgt, bewirkt der Trieb, den wir mit der allgemeinen Schöpfungskraft identisch setzen. Aber nicht nur auf jede Empfindung sondern auch auf jede Vorstellung folgt eine zweckmässige Bewegung und zwar immer die, welche der Trieb hervorbringt.

Niemals entsteht aber im normalen Zustande eine Bewegung, ohne dass eine Empfindung oder Vorstellung ihr vorausgegangen ist, sei es eine Bewegung, welche es auch wolle. Wir haben schon erwähnt, dass die Elemente einer jeden Bewegung durch die Nervenlagerung in den Centraltheilen gegeben sind, dass die Nerven fürs Athmen, für das Lachen, Weinen, Erbrechen, für alle mögliche Arten der Bewegungen der Extremitäten etc. in der bestimmten Ordnung gelagert sind, dass irgend eine Anregung nur erforderlich ist, damit sie entstehen. Jede bestimmte Gruppe von Bewegungen folgt einer bestimmten Vorstellung und wenn wir im Stande wären, aus den zahllosen Mengen von Vorstellungen jedesmal die durch Umstände und Individualität erzeugte genau zu kennen, so würden wir auch die darauf folgende Bewegung in jedem gegebenen Falle bei jedem einzelnen Individuo durch Erfahrung so kennen lernen, dass wir sie im Voraus mit mathematischer Bestimmtheit berechnen könnten, so genau, wie wir die Art einer jeden einzelnen Krystallisation im Voraus

wissen. — Die Bewegungen entstehen also nicht jedesmal erst, als ob die Fasern hier und da von einer unsichtbaren Kraft, wie die Tasten eines Klaviers, ausgewählt und angeschlagen würden, sondern die ganze Bewegung ist in ihrer Vollständigkeit schon repräsentirt. Sie treten aber nicht eher in's Leben, bis die correspondirende Empfindung oder Vorstellung angeregt ist.

Die Vorstellungen, so ungemein zahlreich sie auch sind, sind dennoch begränzt, weil ihre Möglichkeit durch Zustände des Seelenorgans bedingt ist. Soviele Zustände in demselben existiren, genau eben so viele Vorstellungen sind möglich. Wir kennen diese Zustände des Gehirns nicht, obgleich es wohl zu denken wäre, dass es uns bekannt sein könnte, welche Veränderung z. B. statt fände, wenn wir die Farbe „roth" sehen, sei es im kranken oder gesunden Zustande. — Niemals aber wird der Zustand, der im Gehirn schon vorgebildet ist, zur wirklichen Vorstellung, wenn nicht ein Gegenstand der Aussenwelt ihn weckt. Wir haben nie eher eine Vorstellung von „Roth", ehe ein äusserer Gegenstand, den wir mit dem Namen roth bezeichnen, vermittelst des Mechanismus unseres Gesichtssinnes, einen gewissen Zustand unseres Gehirns angeregt hat. Dieser Zustand kann auch durch andere Einwirkungen entstehen und dann sehen wir wieder „roth"; dieselben Einwirkungen würden aber bei Einem, der noch nie die rothe Farbe gesehen hat, nie die Vorstellung von „Roth" erzeugen.

Es ist nun das Eigne, welches wir wohl zu beachten haben, dass, wenn die Einwirkung, welche jenen Gehirnzustand ins Leben ruft, der uns dadurch Vorstellung wird, auch nicht mehr da ist, doch dieser Zustand erst allmählig wieder schwindet. Ist die Vorstellung irgend einer Farbe, einer Person etc. hervorgerufen worden und die Erregung auch nicht mehr da, so wissen wir doch noch, wie die Farbe war, wie die Person aussah etc., aber diese gebliebene Nachvorstellung (Gedächtniss) nimmt

von dem Augenblicke an immer mehr ab, so dass, wenn wir eine Farbe nur Einmal gesehen haben und dann nie mehr, wir zuletzt gar keine Vorstellung mehr davon haben. — Grade dasselbe ist es mit allen andern Empfindungen und Vorstellungen. Da wir im zweiten Hefte der Untersuchungen mehrmals auf diesen Gegenstand zurückkommen müssen, so wollen wir nur noch Ein Beispiel erwähnen. Der ungewohnte Lufteindruck ist Erregung der Enden des *Vagus* in der Lunge des neugebornen Kindes. Der Zustand in den Centraltheilen, welcher der Möglichkeit entspricht, dass der *Vagus* von Luft erregt werden kann, wird durch die Erscheinung geweckt, und auf diesen Zustand folgt die erste Athembewegung, deren entsprechendes Nervenconvolut schon geordnet vorhanden ist und nur (*sit venia verbo*) auf die Erregung wartete. Würde nun nach dem ersten Athemzug der *N. Vagus* durchgeschnitten, so würde die in Folge der Athembewegung eingedrungene Luft seine Enden erregen, aber die Erregung gelangte allerdings nicht mehr zu den Centraltheilen, und es würde nicht von Neuem eine Veranlassung zur Athembewegung werden. Aber mit der ersten Athembewegung hörte es nicht auf, sondern es müssten ganz nothwendig noch mehrere folgen, und zwar aus demselben Grunde, warum wir noch eine ganze Zeit lang eine Vorstellung von einem Gesichtseindrucke haben, wenn er auch nicht mehr zugegen ist. — Das Weitere im 2ten Hefte.

Man wird aber fragen, wenn das der innere Trieb ist, welcher die Handlungen veranlasst, so könnte das Thier keinen Willen haben. Aber ein Thier hat freien Willen.

Doch! — was ist: Wille? Wir sprechen zwar jeden Augenblick das Wort aus, aber es ist nicht so leicht zu erklären, was es bedeute. Ich meine, man könnte Wille recht gut so definiren: Wille ist die Fähigkeit, eine Handlung auszuführen, welche in dem

gegebnen Fall das Individuum, welches sie ausführt, auch lassen kann. Wir werden sehen, dass wir mit dieser einfachen Erklärung sehr wohl auskommen. Obwohl nun Jeder zugesteht, dass eine Handlung nur dann willkührlich ist, wenn der Handelnde sie auch unterlassen kann, nicht aber eine solche, welche er zu thun genöthigt ist, so bezeichnet man doch oft genug mit Willen auch solche Fähigkeiten, welche nur Aehnlichkeit mit willkührlichen haben; und dadurch ist eine ziemlich grosse Verwirrung des einfachen Begriffs entstanden.

Wenn die Motte sich ein kunstförmiges Kleid wirkt, wenn die Spinne ein Netz strickt, wenn der Ameisenlöwe ein trichterartiges Loch in den Sand einwühlt, die Biene ihre Zellen baut, der Biber seine Grube u. s. w. u. s. w., ich frage, sind das willkührliche Handlungen? müssen die Thiere sie nicht ausführen von ihrem Entstehen an; liegt es nicht ebenso in ihrer Natur, als dass ihr Magen verdauet, ihr Herz schlägt?

Man sagt, wenn ein Kind vor Hunger schreit, so will es Nahrung. Wirkt nun hier in der That in dem Kinde eine freie Kraft, als welche wir doch den Willen ansehen? Ich glaube es kaum. Die Empfindung des Hungers wird in dem Kinde rege; weil ihm diese Empfindung nicht angenehm ist, desshalb schreit es, wie es bei jeder unangenehmen Empfindung der Fall ist. Aber durch die Hungerempfindung entsteht ein Trieb zu allen den zweckmässigen Bewegungen, zu denen es fähig ist, welche allerdings bei dem neugebornen Kinde fast null sind. Könnte es laufen, es würde es sicher thun, grade wie es die Thiere thun; es würde dazu angetrieben, ohne dass es widerstehen könnte.

Wenn der erwachsene Mensch Hunger fühlt, so entsteht derselbe Trieb in ihm, sich Nahrung zu verschaffen und Jeder weiss, dass die Verbindung zwischen der Empfindung des Hungers und dem Triebe, sich zu

sättigen, keine willkührliche ist, sondern eine nothwendige. Wir haben hingegen aber auch das Vermögen, nicht wegzugehen, um uns Nahrung zu holen, wir können diesen Trieb, wie man sagt, unterdrücken. Aber untersuchen wir die Sache etwas genauer, so sehen wir einmal, dass, wenn wir (um vorerst bei unserm Beispiele stehen zu bleiben,) hungern, dazu irgend eine Ursache dasein muss. So isst z. B. Jemand nicht, der noch ein anderes, ihm wichtiger scheinendes, Geschäft zu besorgen hat. Er macht also gewisse Ortsbewegungen, welche ihn zur Nahrung führen, nicht; hingegen andere, durch welche er einen andern Zweck erreicht. Es bildet sich also eine bestimmte Vorstellung in seiner Seele aus und durch diese Vorstellung erfolgen in dem gegebnen Falle bei diesem Menschen grade die bestimmten Bewegungen; und wenn es noch einen Menschen gäbe, der grade unter denselben Umständen eine in allen Abstufungen durchaus ähnliche Vorstellung aufgenommen hätte, der auch in der Art zu combiniren, kurz in allen Seeleneigenschaften Jenem ganz gleich wäre, so müsste auch nothwendig dieselbe zweckmässige Bewegung bei diesem, wie bei jenem folgen. Es ist hier der Ort nicht, bis ins Einzelne diesen Gegenstand zu erörtern. Man darf aber jede Handlungsweise gehörig prüfen und man wird sich überzeugen, wie das Band zwischen individueller Vorstellung und den darauf folgenden Bewegungen ein eben so enges nothwendiges Band ist, als zwischen der Existenz der Spinne und ihrem Weben.

Wir können aber doch trotz dem, dass nach der, vor der Seele schwebenden Vorstellung die Bewegungen zum Zwecke führen, diese Bewegungen unterlassen; wir brauchen sie nicht auszuführen, obgleich die Vorstellung da ist. Wenn also das Band zwischen einer individuellen Vorstellung und der dazu passenden Bewegung ein nothwendiges ist, wie ist es zu erklären, dass wir die Bewegung unterlassen? Man bedenke aber wohl, die Unter-

lassung der Bewegung hat auch eine Ursache und wenn wir sie unterlassen aus Laune, ohne Grund, gleichsam um die Freiheit unsers Willens zu zeigen, so ist leicht einzusehen, dass dies nur eine Täuschung ist. Denn dann ist dies Letztere Ursache der Unterlassung, eben weil wir wissen, dass es Willensfreiheit gibt. Diese Vorstellung aber, dass wir nämlich wissen und uns in die Seele rufen, dass es einen Willen gibt, diese veranlasst eben zur Ruhe. Wir haben also hier nicht eigentlich die nothwendige Verbindung zwischen unserer frühern Vorstellung und der darauf folgenden Bewegung aufgehoben, sondern wir haben statt unserer frühern Vorstellung eine neue gesetzt. Darin allerdings besteht die Freiheit der Seele, dass sie im Stande ist, Vorstellungen von Neuem vor die Seele zu führen. Alle Vorstellungen werden durch die Sinne eingeführt und combiniren sich durch die Seele, welche auch die einmal dagewesenen von Neuem reproduciren kann.

Alles, was wir Willen nennen, hat nur dadurch seine Begründung, dass die Seele die Fähigkeit hat, neue Vorstellungen zu schaffen, und diese Fähigkeit ist allerdings frei. Und doch ist sie in gewisser Beziehung wiederum beschränkt. Aber dies brauchen wir hier nicht zu beachten. Wir werden vielmehr diesen Gegenstand in einem der folgenden Hefte zu untersuchen haben. Die Freiheit der Vorstellungen ist also eigentlich das, was wir Freiheit des Willens nennen; von der Möglichkeit, sie nach Gefallen zu reproduciren, von der Erinnerung also, geht die Willkühr der Bewegungen, der Handlungen aus. Die Willensfreiheit hängt ab: 1) von der Freiheit der Vorstellungen. 2) von der Ausführbarkeit der Bewegungen nach den gegebnen Vorstellungen.

ad 1) Soweit das Bereich der Vorstellungen eines jeden Individui geht, soweit geht auch die Freiheit seines Willens, soweit wenigstens kann es — wollen. So gibt es bekanntlich Dinge, die ganz ausser der Vor-

stellung des Menschen liegen. Kein Mensch kann sich Etwas ausser der Zeit oder ausser dem Raume denken, kein Mensch etwas Unendliches, etwas Ewiges; kein Mensch das Nichtexistiren der Welt etc. Es würde daher als Unsinn gelten, Etwas zu wollen, was ganz ausser allen Vorstellungen liegt.

Bei dem Menschen sind die Vorstellungen freier, als bei den Thieren; bei dem Erwachsenen freier, als bei dem Kinde; bei dem wahrhaft Gebildeten freier, als bei dem Beschränkten. Bei den Erstern können sie leichter reproducirt und mannichfaltiger combinirt werden, als bei den Letztern; bei jenen ist daher der Wille ungleich freier, als bei diesen. Die Gründe, wesshalb die Vorstellungen dort sich leichter wieder erzeugen, als hier, auseinander zu setzen, müssen wir hier übergehen; es würde uns zu weit abführen. Begnügen wir uns mit der Thatsache, dass es so ist.

Da bei jedem einzelnen Menschen die Hervorrufung von Vorstellungen nicht gleich leicht ist, so ist es ganz erklärlich, dass bei dem einen die Willenskraft auftritt, wo sie bei einem andern nicht erscheint; dass der im Ganzen gleich gebaute Bewegungsapparat bei dem einen Menschen willkührlich sich bewegt, bei dem andern nicht; dass die willkührliche Bewegung bei demselben Menschen einmal viel stärker hervortritt, als das andre Mal. Es ist bekannt, dass manche Menschen willkührlich weinen können, nicht als ob die dazu erforderlichen Organe anders gebaut wären; denn hierin besteht wesentlich kein auffallender Unterschied; sondern weil sie die Macht haben, Vorstellungen hervorzurufen, welchen der innere Trieb die Bewegung des Weinens folgen lässt. Wie leicht kann sich das zärtere Geschlecht das Gefühl der Rührung, der gekränkten Eitelkeit, der Hintenansetzung etc. herbeizaubern, und das Auge schwimmt schon in Thränen. Das betreffende Individuum wollte nicht w e i n e n, aber was es mit Willen that, das waren die Vorstellungen,

welche es reproducirte. Wenn ebendemselben bei dem Anblicke eines höchst rührenden Gegenstandes das Weinen kömmt, dann sagt man, dass unwillkührlich die Thränen fliessen; weil jetzt die Sinnesvorstellungen seinem Auge sich gleichsam aufdrängten.

Gar oft nennt man aber, wie ich auch schon gesagt habe, Willen, was gar keiner ist. Ein Beispiel. Ein Pferd, was noch nie aus dem Stalle gekommen ist, wird an einen Ort geführt, wo frische Thierhäute liegen; so bald es den Geruch wahrnimmt, springt es zurück. Ist das ein Willensact? Keineswegs. Der Geruch ist ihm zuwider; es ist in seiner Organisation begründet, nicht von Fleischnahrung zu leben; der Riechnerve ist daher so begabt, dass Fleisch und Blut höchst unangenehm auf ihn wirken. Dieser unangenehme Eindruck wird empfunden. Der äussere Trieb macht die Bewegungen, welche nothwendig sind, sich von diesem Eindrucke zu entfernen. Aber das Thier, welches zurück springt, weiss nicht, dass es an einem Gegenstande ist, welcher seiner Natur nicht zusagt. Es ist auch genöthigt, fortzulaufen, obwohl in seinem Laufen alle Willkühr zu liegen scheint. Aber wir glauben nur, es sei Willkühr, weil wir es oft laufen sahen, wo es wirklich willkührlich lief. — Wir lassen unser Pferd des andern Tags an dieselbe Stelle leiten. Ehe es nur dahin gelangt, schon in einiger Entfernung, bevor es noch den Geruch wahrgenommen haben kann, läuft es zurück oder bäumt sich. Heute *will* es in der That nicht vorbei; die Vorstellung des üblen Geruchs wird wieder reproducirt durch den gleichen Ort, an dem jener gestern empfunden wurde, und nun folgen willkührliche Bewegungen, d. h. auf die willkührliche Vorstellung folgen die zweckmässigen, aber nothwendigen Bewegungen. — Das sich sträubende Pferd wird endlich dennoch mit Gewalt an die Stelle getrieben, es muss an den Häuten riechen, es muss noch einmal und noch einmal vorbei, und nun geht es *willig*. Der

Geruch ist ihm aber doch höchst unangenehm geblieben, denn es schnaubt jedesmal, wenn es an die Stelle kommt, sehr stark und wendet sich weg; aber es geht vorüber. Warum? Es weiss, dass es einmal vorüber gekommen ist, es hat ihm nicht geschadet, der innere Trieb wird daher gar nicht geweckt.

Wir wissen, wenn man ein Pferd nach Hause reitet, geht es sehr rasch. Wesshalb? Es will nach dem Stalle. Dies ist eine willkührliche Handlung. Es reproducirt sich die Vorstellung ans Futter, an die Ruhe. Das Thier lässt es, wenn man jedesmal vor seinem Stalle umwendet und weiter reitet in einen etwa 1 Stunde entfernten andern Stall.

Wenn ein Kind also aus Hunger schreit, so ist das kein Beweis, dass das Kind essen will. Es wird vielmehr unwiderstehlich dazu getrieben. Ist es aber in dem Alter, dass es andere Vorstellungen erzeugen kann, so braucht es nicht zu essen.

Kranke, die nicht mehr Herr ihrer Vorstellungen sind, werden unwillkührlich zu den auffallendsten Handlungen angetrieben. Schwangere werden oft unwiderstehlich getrieben, die eckelhaftesten Stoffe zu geniessen etc. etc.

ad 2) Ist der Trieb ausser Stand gesetzt, die Bewegungen auszuführen, so muss nothwendig dadurch die Willensfreiheit aufgehoben werden. Existirt z. B. das kleine Gehirn nicht mehr, so hilft es nicht, dass die Vorstellungen sich frei erzeugen und erneuern können, hilfts auch nicht, dass die Neigung zu zweckmässigen Bewegungen da ist, die Ausführung ist nicht möglich. Die Kraft ist da, aber die Mittel fehlen, durch welche sie sich äussern kann.

Die Vorstellungen bilden sich aber keineswegs immer nur dann, wenn die Seele sie verbindet, sondern die Vorstellungen, die in unserer Seele gebildet sind, erzeugen sich auf der Stelle wieder, wenn ein ähnliches

Object auf unsere Sinne einwirkt. Der Anblick eines Sterbenden ruft im Momente unsern gestorbnen Freund vor die Seele; der Anblick der rothen Farbe den Gedanken an Blut etc. Es muss sich also mit der neuen Vorstellung ein organisch neuer Zustand des innern Gesichtssinnes erzeugen, der dem Zustande identisch ist, welcher entstand, als der Freund vor uns stand, als das Blut vor unsern Augen floss. Dem Wohlschmecker wird von einem ihm sehr beliebten Gerichte erzählt. Er sieht es nicht nur in diesem Momente, sondern er schmeckt es, ja der Speichel läuft ihm im Munde zusammen. Der Zustand, welcher in dem Organe entstand, in welchem die Empfindungen zu Vorstellungen werden, muss jetzt wieder ebenso entstehen, als früher; in Folge dieses Zustandes entsteht derselbe Trieb, dieselbe Bewegung. So erklärt sich nun auch, warum Lachen erfolgt, wenn wir Einen lachen sehen und warum alle nachgeahmten Bewegungen.

Der innere Trieb ist also an gewisse Empfindungen und an gewisse Vorstellungen enge geknüpft und so individuell verschieden diese Empfindungen und Vorstellungen auch sein mögen, jeder folgt eine bestimmte ganz nothwendige Bewegung, und wie ferner die Vorstellungen und Empfindungen entstehen mögen, ob sie nützlich, schädlich, nothwendig oder nicht nothwendig sind, sobald sie einmal da sind, bleibt nie die individuell ganz bestimmte Bewegung aus. Hier ein Beispiel. Bei den kleinsten Kindern entsteht Lachen hauptsächlich durch Kitzeln in der Nähe der Zwerchfellsnerven am Oberbauche, unter den Armen, oder überhaupt durch irgend einen Reiz auf einen Empfindungsnerven, welchem Lachbewegung folgt. Nie entsteht früher bei Kindern diese Bewegung, mit der man die krampfhaften Gesichtsverdrehungen nicht verwechseln darf, die so häufig auch bei den kleinsten Kindern erscheinen. Aber bevor durch peripherischen Reiz bestimmter Empfindungsnerven Lachen

erzeugt worden ist, wird es nie sich bilden, ebenso wenig, als sich eine Vorstellung von „Roth" bildet, ehe das Kind „Roth" gesehen hat; obwohl der Gehirnzustand, welcher der Wahrnehmung entspricht, existirt. Sicher ist auch die Bewegung des Lachens in den Centralorganen vorgebildet und lässt sich, wie alle, ganz mechanisch erklären. Sobald aber einmal diese Bewegung in's Leben gerufen ist, entsteht sie bei jeder neuen Erregung; das Kind sieht einen Lachenden, die Gesichtsvorstellung theilt sich dem Nervenbündel mit, in dem die Nerven für die Lachbewegung liegen, das Kind lacht mit. — Bei Erwachsenen erregt der Anblick, das Erzählen von recht unharmonischen, unsymmetrischen Bewegungen, ja nur, wenn zwei Gegenstände mit einander zusammengebracht und verglichen werden, die gar nicht zusammen passen, vielmehr einen recht grossen Widerspruch enthalten, Neigung zum Lachen. Aber auch bei keiner Aeusserung sieht man unharmonischere Bewegungen, als beim Lachen. Der Anblick des Lachenden mit seinen unsymmetrischen Bewegungen wird uns daher immer vor die Seele treten, wo wir solche unsymmetrischen Bewegungen sehen, wo wir überhaupt das Ungleichartige neben einander gestellt sehen oder nur davon hören; weil, indem wir so Etwas hören, wir sogleich uns auch mit Gedankenflug eine Gesichtsvorstellung machen. Das Lachen gehört zu den ersten Vorstellungen, welche das Kind in seine Seele aufnehmen kann. Zu grell abstechende Vorstellungen also erregen Lachbewegungen; zu gleichartige Brechen. (s. m. Lehre v. Erbrechen p. 178.)

Der Sitz des innern Triebes ist in den Halbkugeln des grossen Gehirns; hier werden die Empfindungen bewusst, die Sinneseindrücke werden zu Vorstellungen, hier combiniren sich die Vorstellungen, und von hier aus

werden die zweckmässigen Bewegungen ausgeführt, welche vom innern Triebe ausgehen.

Unter der zahllosen Menge von Versuchen über die Hemisphären des grossen Gehirns verdanken wir wiederum denen des hochverdienten Flourens das Meiste. Sie beweisen, dass

1. durch Wegnahme beider Hemisphären die Vorstellungen, welche durch den Sinn des Gesichts, des Gehörs, des Geschmacks, des Tastens und wahrscheinlich auch des Geruchs vor die Seele kommen, verloren gehen.

Sobald Säugethieren, Vögeln oder Amphibien eine Halbkugel des grossen Gehirns weggenommen ist, sind sie auf der andern Seite blind, obwohl die Sehhügel, die Vierhügel, das kleine Gehirn ganz unverletzt blieben; und nimmt man beide Hemisphären, so ist das Thier auf beiden Augen blind.

Unzähliche Mal haben Fl. und Hertwig diese Erscheinung gesehen und daraus mit Recht geschlossen, dass in jenen Theilen der Centralpunkt der Sinnesempfindung des Gesichts sei. Ich möchte lieber sagen, es ist die Stelle, wo das Sehen zum Bewustsein kommt. Nach einiger Zeit jedoch kann das Thier, dem eine oder auch dem beide Hemisphären bis zu den Seitenhöhlen weggenommen sind, wieder sehen. Dies haben H's. Versuche (a. a. O. p. 18. fg.) auf's Bestimmteste erwiesen. Aus denselben sieht man zugleich, dass es Säugethiere nicht so leicht wieder erhalten, als Vögel; Amphibien erhalten es nach meiner Erfahrung noch schneller wieder, verlieren es oft gar nicht. Ferner bekommt es zuweilen bei derselben Art der Verstümmelung ein Huhn, ein Kaninchen, eine Taube wieder, das andere Thier derselben Art nicht. Ich glaube, man kann aus dieser Erscheinung folgern, dass die Vorstellungen des Gesichtssinnes zwar durch die Halbkugeln des grossen Gehirns erst bewusst werden, dass aber je mehr sich ein Thier vom Menschen entfernt, auch andere Theile des grossen

Gehirns im Stande sind, die Stelle der Halbkugeln zu vertreten; was bei ausgebildeteren Säugethieren und dem Menschen nie der Fall ist. Wie überhaupt mit der höhern Ausbildung, so sind auch hier die Kräfte streng geschieden und genau an gewisse Organe gefesselt, während bei niederer Bildung die allgemeine Lebenskraft allein die Rollen aller übrigen Kräfte übernimmt.

Was vom Sehen gilt, gilt auch von allen übrigen Sinnesvorstellungen. Vögel bekommen ihr Gehör ebenfalls wieder.

2. Ein Thier ohne Gehirnlappen frisst nicht mehr, wenn es nicht gefüttert wird. Flourens erzählt, er habe ein Huhn, dem er die Gehirnlappen genommen hatte, mehrere Mal hungern lassen, manchmal 3 Tage lang. Dann brachte er ihm Nahrung unter die Nasenlöcher, legte den Schnabel in die Körner, gab ihm ein Korn in die Schnabelspitze, tauchte den Schnabel in's Wasser und setzte es auf die Tasse mit den Körnern. Es hatte keinen Geruch davon, nahm nichts davon, trank nichts davon, blieb unbeweglich auf der Getraidetasse liegen und wäre sicherlich vor Hunger umgekommen, wenn er es nicht wieder gefüttert hätte. (p. 83.) Wirklich starb H. ein Kaninchen vor Hunger. (A. a. O. p. 26.)

3. Ein Thier dem die Gehirnlappen genommen sind, ist nicht mehr im Stande Vorstellungen zu combiniren. Hundertmal stösst sich ein solches Thier an denselben Gegenstand, und denkt nicht daran, ihn zu vermeiden. Es kann die Vorstellungen sich nicht bilden, sein Körper müsse eine andere Richtung nehmen, um nicht wieder an den Gegenstand zu gelangen. Es liegt nicht die Ursache darin, dass es nicht sieht, denn man verbinde demselben Thiere die Augen und dennoch weiss es die Gegenstände zu vermeiden. (Flourens p. 30.)

Auch die Empfindungsnerven werden noch von dem Reize affizirt; denn brennt oder kneipt man ein solches

Thier, so zieht sich die verletzte Stelle zurück. Aber die Empfindung kommt nicht zum Bewusstsein, das Thier weiss nicht, dass zwischen dem verletzenden Eingriffe und der Empfindung des Schmerzes eine Verbindung sei; diese Vorstellung fehlt ihm, wie alle; es kommt ihm daher auch nicht die Vorstellung, auf zweckmässige Weise entfliehen und sich schützen zu wollen.

Es liegt auch endlich nicht in der Unmöglichkeit, die Bewegungen auszuführen. Denn ein Vogel ohne grosses Gehirn fliegt ganz regelmässig, wenn man ihn in die Luft wirft; ein Säugethier kann gehen und stehen, wenn es nicht zu schwach ist, seine Bewegungen wenigstens sind ganz regelmässig. „Wenn man, sagt Hertwig (a. a. O. p. 21,) ein Kaninchen, dem beide Hemisphären des grossen Gehirns genommen waren, stark anstiess oder vorwärts schob, so konnte es, obgleich etwas geschwächt, mit freier Bewegung der Glieder laufen oder springen."

Aus allem diesem ist es klar, wesshalb ein Thier ohne grosses Gehirn wie betäubt dasitzt, seine Stelle nicht verlassen will, keine Begierden, keine Gefühle hat, keine Furcht, keine Angst.

Ist aber nur eine Hemisphäre weggenommen, so ist das Thier zwar blind auf der entgegengesetzten Seite, wahrscheinlich auch taub etc. aber es hat Willen, hat Begierden, hat Lust zum Fressen, vertheidigt sich gegen Angriff, bleibt nicht immer an seiner Stelle sitzen etc., kurz, kann noch Vorstellungen sich bilden und der innere Trieb waltet fort. Vgl. die Versuche v. Flourens und Hertwig. Die Vorstellungen bilden sich nämlich in der unverletzten Gehirnhälfte. Die Möglichkeit sieht sich leicht ein, grade so, wie ein Mensch, der von seiner Geburt an auf einer Seite blind, taub, ohne Geruch, ohne Geschmack, ohne Getast wäre, doch noch Vorstellungen von Allem haben könnte, obgleich es erwiesen

ist, dass es nicht eine einzige angeborne Verstellung giebt, sondern alle von aussen kommen.

S. Locke essay philos. t. I.

Alle Säugethiere, denen man die beiden Hemisphären des grossen Gehirns weggenommen hat,

4. empfinden keinen Schmerz mehr. Es ist nicht so leicht zu bestimmen, als es scheinen möchte, ob ein Thier Schmerz empfindet, oder nicht. Denn wir wissen aus frühern Untersuchungen, dass es noch kein Beweis von Schmerzempfindung ist, wenn ein Theil, der durch einen schmerzenden Einfluss gereizt ist, sich zurückzieht. Wir wissen das zu gut aus dem Schlafe. Ist ein Reiz heftig, der auf einen empfindlichen Theil eines Schlafenden einwirkt, so wacht er erst auf und dann wird er sich erst seines Schmerzes bewusst. Ist der Schlaf recht tief, so führen selbst stärkere Verwundungen kein Erwachen herbei, obwohl nie die Erscheinungen fehlen, welche auf ein Abwehren der Verletzung hindeuten. Nichts desto weniger empfindet der Schlafende keinen Schmerz.

Man hat jedoch diese abwehrenden Bewegungen, die Zuckungen etc. welche in Folge von Verletzungen bei einem Thiere ohne grosses Gehirn entstehen, zu oft als Zeichen der Schmerzäusserung genommen. Vögel, welchen das grosse Gehirn genommen ist, suchen nach Reizung, welche Schmerz macht, zu entfliehen, sie werden aus ihrer Schlummersucht geweckt, in welche sie jene Operation versetzt hat. Ein Kaninchen, das Hertwig mit Nadeln stach, bekam Zuckungen und suchte zu entfliehen. Aber man gebe recht genau Acht, wie im gesunden Zustande Säugethiere, besonders empfindliche, ihren Schmerz äussern und vergleiche dann damit die Art, wie dieselben ihn zeigen, wenn man ihnen zuvor das grosse Gehirn genommen hat. Eine Katze, welche vorher wüthete, welche die ganze Kraft ihrer Zähne und Krallen gegen den Verletzenden wirken zu lassen gar sehr geneigt war, wird zwar nach Verlust des grossen

Gehirns sich wegwenden, wird auch mit den Extremitäten nach dem verletzenden Körper stossen, wird wohl Zuckungen bekommen, aber sie schreit nicht, sie beisst nicht.

Wie könnte auch Bewusstsein des Schmerzes da sein, wo keine Vorstellungen sind! Dies ist nicht möglich und ist in der That nicht.

Bei niedern Thieren hingegen, z. B. Fröschen, konnte ich keinen Unterschied finden, ob das Thier unverletzt war oder ob ihm die Hemisphären des grossen Gehirns herausgeschnitten waren, ein Schmerz erregender Reiz brachte gleiche Wirkung hervor.

So fand ich auch, dass Frösche nach Wegnahme des grossen Gehirns auf den Rücken gelegt, meist sich wieder umwendeten, jedoch nicht immer und besonders dann nicht, wenn die Operation schon vor längerer Zeit verrichtet worden ist. Auch Vögel thun dasselbe. (Flourens p. 29.) Hingegen bei Säugethieren, ist es schon viel seltner und immer nur kurz nach der Operation, wie mir öftere Versuche zeigten. (Vgl. auch Hertwig a. a. O. p. 20.

5. Aber es fehlen nicht nur bei solchen Thieren, denen die Hemisphären weggenommen wurden, die Vorstellungen, und es fehlt daher nicht nur der Trieb, die durch diese Vorstellungen hervorgerufenen zweckmässigen Bewegungen auszuführen, sondern auch die Fähigkeit sich zu bewegen verliert ein solches Thier desto mehr, und anhaltender, je näher seine Organisation der menschlichen steht. Hieraus wird wiederum deutlich, was wir schon mehrmals zu bemerken Gelegenheit fanden, dass die Concentration der Nervenkräfte im Gehirn beim Menschen am allergrössten, bei den Säugethieren schon weniger, bei den Vögeln noch weniger u. s. w. statt hat.

54. Nimmt man einem Frosche die eine ganze Hälfte des grossen Gehirns weg bis auf den Knochen, so ist die linke Seite ebenso wenig als die rechte in ihren Be-

wegungen sichtlich gehemmt; der Frosch wendet sich nur im Anfange nach der verletzten Seite hin, grade als wenn ihm das kleine Gehirn zur Hälfte genommen wäre. Es dauert aber gar nicht lange, so wendet sich der Frosch nach einer Seite so gut, als nach der andern; was bei Wegnahme einer Seite des kleinen Gehirns niemals der Fall ist. Er hüpft und läuft grade, wie zuvor.

55. Nimmt man einem Frosche den grössten, aber nur vordern Theil des grossen Gehirns bis auf den Knochen weg, lässt ihm aber den hintern, so kann man weder in der Richtung, noch in der Art der Ausführung der Bewegungen irgend einen Unterschied wahrnehmen.

56. Nimmt man einem Frosche das ganze grosse Gehirn weg, indem man den Einschnitt hart vor dem kleinen Gehirne macht, so dass davon Nichts mehr in der Schädelhöhle bleibt, so ist der Frosch betäubt, bleibt auf seinem Platze sitzen, bis er fortgestossen wird; geschieht dies aber, so hüpft und läuft er, ebenso geschickt als zuvor, bleibt aber bald wieder sitzen.

56. *a.* Als Flourens einer Taube den rechten *Lobus* des grossen Gehirns genommen hatte, zeigte sich in allen auf der linken Seite liegenden Theilen eine recht deutliche Schwäche. Es ist übrigens, sagt Fl., die Schwäche dieser dem weggenommenen Lappen entgegengesetzten Seite, was Dauer und Grad betrifft, eine sehr veränderliche Erscheinung. Bei einigen Thieren tritt sie sehr deutlich hervor, bei andern ist sie sehr unbedeutend, und bei manchen kaum wahrzunehmen. „Bei allen (Vögeln allerdings, aber nicht Säugethieren!) aber kommen die Kräfte bald wieder in's Gleichgewicht und das Missverhältniss zwischen beiden Seiten verschwindet.“ (A. a. O. p. 28.)

Ungleich grösser ist die Schwäche bei Säugethieren, als bei Vögeln, und es dauert länger, bis sie verschwindet, wie dies die Beobachtungen von Flourens und Hertwig, so wie meine eigenen zur Genüge darthun. Säugethiere

fallen nach der Operation ganz zusammen, als wären sie todt; erst nach einiger Zeit sind sie im Stande sich wieder aufzurichten, aber sie sehen dann gewöhnlich so, als ob man ein todtes Thier hingestellt hätte und es oben hielte, dass es nicht umfalle. Sie schreiten dann oft ein paar Schritte weiter und fallen wieder um.

Alle Thiere, denen man eine Hemisphäre des grossen Gehirns weggenommen hat, wenden sich nach der Seite hin, an welcher die Verletzung geschah, wenn sie Bewegungen machen; sie liegen sogar nach dieser Seite hin gekrümmt. Dies beobachtete Hertwig bei allen seinen Versuchen; ich habe dasselbe beobachtet. Aber H. bemerkt mit vollem Rechte bei einem Hunde, dem er die rechte Gehirnhälfte genommen hatte, Folgendes: Das Thier lag nach der rechten Seite zu gekrümmt und konnte von selbst nicht aufstehen, auch nicht, wenn es aufgehoben war, grade ausgehen, sondern es bewegte sich immer in einem Kreise nach der rechten Seite zu. Die Bewegung des rechten Vorder- und Hinterfusses war ganz normal, auf der entgegengesetzten Seite aber erfolgte weder die Beugung, noch die Ausstreckung der Glieder gehörig, sondern sie wurden gleichsam nur nachgeschleppt. (A. a. O. p. 19.) Hieraus sieht man deutlich genug ein, dass die eine Seite wirklich gelähmt ist, dass darum die andere Seite mehr Kraft hat, und wenn nun das Thier sich bewegen will, so muss die gesunde Seite die Bewegungen ausführen und die gelähmte mitschleppen. Die Bewegungen werden auch stets eine Richtung nach der gesunden Körperseite (d. h. nach der verletzten Gehirnseite) haben müssen, weil sie dahin nur sicher auszuführen sind. Auf die nicht gelähmten Extremitäten stützt sich natürlich die Last des Körpers; würde aber nach der gelähmten Seite hin die Bewegung gemacht, so müsste im Momente der Bewegung sich die Körperlast auch nach dieser gelähmten Seite drängen müssen.

Obwohl also nach Wegnahme einer Seite des grossen und des kleinen Gehirns die Bewegungen dieselbe Richtung haben, so sind doch die Ursachen, wie wir gesehen haben, sehr verschieden. Bei der Wegnahme des kleinen Gehirns lag die Ursache in der aufgehobenen Hemmung der Bewegungskraft, hier liegt sie in der Abnahme der Bewegungskraft selbst. Die Bewegungsfasern verlieren die Fähigkeit, die Muskeln zur Contraction zu veranlassen. Sie kömmt ganz rasch wieder bei niedern Thieren, wo sich die Kräfte noch nicht streng geschieden haben, später bei Vögeln, am spätesten bei Säugethieren, nie beim Menschen. Ein Druck auf eine Gehirnseite bringt bekanntlich so lange Lähmung der entgegen gesetzten Körperseite, bis der Druck gehoben ist. Die Bewegungskraft wird also in der That geschwächt, und wie immer bei Abnahme dieser Kraft entstehen aus zufälligen Umständen bei ungleichen Reizungen bald hier bald dort convulsivische Contractionen.

Es ist aber nicht nur bei den freien Ortsbewegungen eine Abnahme nach der Wegnahme der Hemisphären zu bemerken, sondern auch bei den sog. unwillkührlichen Bewegungen. Auch hier findet dasselbe Verhältniss statt, dass bei niedern Thieren dieser Einfluss ganz schwindet, bei höhern Thieren, namentlich aber beim Menschen sehr sichtlich hervortritt. So wird beim Menschen und gewöhnlich auch bei Säugethieren das Athemholen, der Herzschlag, die Mastdarmbewegung, die Magenbewegung etc. etc. vermindert. Ich habe schon an einem andern Orte gesagt, dass ich sehr häufig, ja in den meisten Fällen durch Wegschneiden des grossen Gehirns auf beiden Seiten bei Säugethieren Herzschlag und Athemholen abnehmen gesehen habe und kann nach neuern Versuchen meine frühere Behauptung nur wiederholen. Beim Menschen ist es durch Krankheitsfälle hinlänglich constatirt.

Während Amphibien und Vögel Monate lang und

länger dabei leben können und wenn sie gut gefüttert werden, bedeutend zunehmen, ergibt sich aus Hertwigs und meinen eignen Versuchen, dass Säugethiere gewöhnlich rasch sterben. Wenn man bedenkt, dass auch bei diesen die Befähigung zu sog. unwillkührlichen Bewegungen, zum Herzschlag etc. vom grossen Gehirne ausgeht, wovon noch in den folgenden §. §. die Rede sein soll, so wird der rasche Tod erklärlich sein.

Fassen wir nun nochmals mit wenigen Worten die Verrichtungsthätigkeit des grossen Gehirns bei höhern Thieren zusammen, so wäre diese folgende.

Durch die Verbindung des Thieres mit der Aussenwelt kommen jeden Augenblick Sinneseindrücke zu diesem Organe und werden im grossen Gehirne zu bewussten Vorstellungen, welche sich mit andern schon vorhandenen nach gewissen später zu untersuchenden Gesetzen combiniren. Auf bestimmte Vorstellungen folgen bestimmte Bewegungen; die Ursache, warum letztere entstehen müssen, ist in einer Kraft begründet, die wir innern Trieb nennen. Er hat seinen Sitz im grossen Gehirne. Ist es hinweggenommen, so entstehen keine Vorstellungen und somit also auch die ihnen entsprechenden Bewegungen nicht. Endlich liegt auch die Befähigung zu Bewegungen in diesem wichtigen Organe, wie von den Ortsbewegungen schon erwiesen worden ist.

Will das grosse Gehirn eine Bewegung nach einer Vorstellung machen, so muss es eine ihrem Wesen nach unbekannte Einwirkung auf irgend einen bestimmten Theil des kleinen Gehirns machen, wodurch also die gehemmte Bewegungskraft frei wird.

Lag es aber irgendwie in der Idee der Schöpfung zu bewirken, dass auf eine Empfindung oder Vorstellung keine freie Bewegung eintreten sollte, so war nothwendig, die Einwirkung des kleinen Gehirns auf das Rückenmark unmöglich zu machen. War dies bewerkstelligt,

so halfen alle Vorstellungen Nichts, eine willkührliche Bewegung war nicht möglich.

Nun sollen aber in der That manche Organe dem Willen entzogen sein, als das Herz, der ganze Darmkanal, die Harnblase, die Geschlechtstheile etc. Wie ist dies zu Stande gebracht? Welcher Mittel hat sich die allmächtige Weisheit bedient? Lasset uns untersuchen.

Anm. Nochmals bemerke ich, dass nur in dem Verhältnisse, wie sich die Thiere dem Menschen nähern, das grosse Gehirn eine so hohe Bedeutung gewinnt; dass nur bei höhern Thieren der Trieb zu Bewegungen durch Empfindungen und Vorstellungen geweckt zu werden braucht. Bei minder vollkommen organisirten Thieren ist fast jedem Stückchen Rückenmark die Kraft zugetheilt, welche bei höhern nur das Gehirn hat. Die sog. Reflexionsbewegungen sind von den Bewegungen, die vom innern Triebe ausgehen, fast nicht mehr zu unterscheiden. Dies wolle man ja beachten, weil sonst keine richtige Erkenntniss dieses Gegenstandes möglich ist.

§. 12.

Bewegung des Herzens.

Um die Ursache der Herzbewegung und den Einfluss des Nervensystems auf dieselbe zu ergründen, ist eine grosse Anzahl von Versuchen angestellt worden, — mehr als über irgend ein anderes Organ des Körpers. Die verschiednen von anerkannten Physiologen darüber geäusserten Ansichten, die mannichfaltigen Schlüsse, welche ein Jeder aus seinen Wahrnehmungen zu ziehen sich für berechtigt hielt, in Einklang zu bringen, kann uns nur dann gelingen, wenn wir mit unverschleiertem

Auge das Thatsächliche so hinstellen, wie es sich wirklich zeigt. Die Schlüsse folgen dann nothwendig daraus.

57. Schneidet man einem Fische das Herz aus, legt es auf den Tisch hin und lässt es ganz ruhig liegen, so sieht man es dennoch lange Zeit, oft noch viele Stunden lang schlagen; werden endlich seine Bewegungen seltner und minder kräftig, oder haben sie gar völlig aufgehört, so braucht man nur mit einer Nadel es zu stechen oder mit einer Pinzette es zu kneipen und die erloschenen Bewegungen beginnen von Neuem, die langsamer gewordenen werden rascher. Warten wir nun wiederum den Zeitpunkt des Stillstands ab, so können wir noch einmal durch Anwendung eines neuen Reizes das scheinbar erloschene Leben wieder anfachen, nur sind die Bewegungen viel schwächer geworden, viel langsamer. Endlich hört die Bewegung ganz auf, kein Reiz ruft sie mehr hervor.

Dasselbe, was man so gar deutlich an Fischherzen sieht, beobachtet man an den Herzen aller andern Thiere, nur mit dem Unterschied, dass bei den höhern, bei Säugethieren, Vögeln, selbst Amphibien die Reizbarkeit viel schneller erlischt, dass man nicht so anhaltend seine Beobachtung fortsetzen kann, wie bei Fischen, aber dem Wesen nach ist die Erscheinung ganz dieselbe. Der Unterschied liegt blos in einem Mehr oder Weniger. Ja, was noch auffallender ist, man kann ein Stückchen eines Herzens abschneiden und man sieht bald länger bald kürzer das kleine Stückchen sich zusammenziehen und ausdehnen, und zwar eben so regelmässig, wie das ganze Herz.

Es kann in unsern Tagen nicht mehr die Rede davon sein, dass die Muskeln diese Kraft der Zusammenziehung in sich selbst tragen; die Physiologie hat darüber längst entschieden. Die Muskelfasern des Herzens erhalten ihre Kraft der Contraction ebenso gut von den Nerven, wie jede andere Muskelfaser des Körpers. Die Nerven also

des Herzens sind es, welche diese Kraft den Muskelfasern verleihen. Und in der That, wer sollte anders denken, als dass es auch die Nerven selbst und einzig sind, welche diese Kraft in sich erzeugen und mittheilen können? Kann man ja die erloschene Bewegung wieder ins Leben rufen, wenn man die Nerven (in ihrer Verbindung in den Muskeln) reizt, so müssen sie (also scheint es) auch die Kraft selbst schaffen können. Noch viel mehr möchten wir uns dieser Ueberzeugung hingeben, wenn wir die Beobachtungen des Herrn Brachet lesen. Nach vielen vergeblichen Bemühungen war es diesem gewandten Physiologen endlich gelungen, bei einem lebenden Hunde die Herznerven blos zu legen und bis zum *Plexus cardiacus* zu gelangen. Er durchschitt diesen *Plexus*. In demselben Augenblicke hörte der Kreislauf auf, das Herz zog sich nicht mehr zusammen, das Thier streckte sich und war todt. Br. überzeugte sich bei Eröffnung der Brust wirklich, dass er das *Ganglion cardiacum* vollkommen durchschnitten hatte. Bei einem andern Hunde, bei dem der *Plexus cardiacus* nicht wie bei dem vorigen in eine einzige Masse vereint war, wurde der Herzschlag zwar unregelmässig, aber hörte nicht ganz auf, nachdem dieselbe Operation gemacht worden war, eben weil jener *Plexus* nicht vollständig durchschnitten war. *Brachet recherch. sur les fonct. ou syst. nerv. Deux. ed. 1837. p. 158 sqq.* — A. v. Humboldt hatte bekanntlich durch elektrische Reizung der *N. cardiaci*, und Burdach durch Reizung des *N. sympathicus* mit *Kali causticum* Herzbewegung veranlasst.

Aber dennoch ist durch alle diese Versuche nichts Anderes mit Sicherheit erwiesen, als dass eben jene Nerven, jene *Plexus* die Herzbewegung veranlassen, dass diese ohne dieselben nicht mehr bestehen kann, aber den Beweis vermissen wir dessen ungeachtet, ob von diesen Nerven selbst die Bewegungskraft ausgehe, oder ob sie nur Leiter einer solchen sind, die sie von andern Quellen

her erhalten haben. Aber eben darauf kömmt uns sehr viel an, und das soll ein Gegenstand unserer Untersuchung sein.

Dass die ruhende Bewegung durch neue Reizung der Nerven wieder sich erhebt, darf uns nicht verleiten, anzunehmen, in diesen Nerven müsse sich die Kraft wirklich erzeugen, sonst könnte sie ja einmal untergegangen nicht wieder erstehen. Aber sie war nur erloschen im ungereizten Zustande, noch nicht für den der Reizung. — Man schneide ein Stück Muskelfleisch irgend eines sog. willkührlichen Muskels aus, lege es auf den Tisch, manchmal zittern noch ein wenig seine Fasern (bei Fischen immer und lange), rasch hört das Zittern auf; man steche nur mit einer Nadel hinein, es entstehen leichte Bewegungen von Neuem (beim Frosche sehr starke). Ist das nicht dasselbe Phänomen? Wer wird es läugnen? Aber der Leser wird sich wohl erinnern, wie oben (§. 1) experimentell erwiesen ward, dass dennoch die Bewegungskraft nicht in den Nerven selbst läge, sondern in ihren Centralorganen.

Brachet selbst, welcher die Ursache der Herzbewegung dem Gangliensystem ganz zu vindiciren sucht, kann den Antheil, den die Centralorgane an der Herzbewegung zu sichtlich haben, nicht wegläugnen und will ihn *per consensum* erklären. Fragen wir aber, was das heissen soll: *per consensum*, gewiss würde eine Erklärung, die vor den Schranken der Wissenschaft Stich hielt, schwer aufzubringen sein.

Um zu einem sichern Resultate zu gelangen, ist es erforderlich, uns hier nochmals über Etwas zu verständigen, was wir schon früher berührt hatten, darüber nämlich, was man unter eigenthümlicher, ursprünglicher, primärer und was unter entlehnter, mitgetheilter, secundärer Nervenkraft zu verstehen habe. — Jede Kraft kann sich an dem Orte, wo sie entsteht, auch gleich dem Körper mittheilen, in dem sie sich äussert; oder sie kann auch

durch gewisse Träger, oder Leiter, zu solchen Theilen übergetragen werden; so haben wir ein Beispiel an der Wärme, welche durch die Luft etc. von ihrem Entstehungspunkte zu den zu erwärmenden Körpern übergehen kann; an der Elektrizität, welche ebenfalls erst an elektrische Leiter übertreten kann, von denen aus sich ebenso ihre Kraft äussert, als von ihrer Ursprungsstelle. Eine solche in den Leitern sich äussernde Kraft nennen wir eine mitgetheilte.

Im thierischen Körper tritt zu den schon in den Pflanzen bestehenden beiden Kräften, der Anziehung (die schon in der anorganischen Welt existirt) und der Bewegung eine dritte ordnende, regelnde hinzu und wird durch das Nervensystem repräsentirt. Das Nervensystem beherrscht die Anziehung (Attraction) und die Bewegung.

In der Bildung jedoch entsteht hier wie überall erst das Abhängige und nachher das Gebietende; das Gebildete ist früher da, als das Organ, durch das es sich späterhin von Neuem bildet; das Bewegungswerkzeug eher, als das Organ, was die Bewegung veranlasst; das Blut eher als der Chylus, eher als seine Gefässe; der Harn mit seiner Harnblase eher, als die Nieren; die Galle eher als die Leber; der Muskel früher als der Nerve; der Nerve früher als das Rückenmark und das Gehirn. Es gehört nicht hiehin, diesen so höchst interessanten Gegenstand weiter auszuführen, wir verweisen auf die Physiologie von Burdach und auf Serres *anat. compar. du cerveau.*

Dies Gesetz waltet aber ebenso in der Fortbildung jedes einzelnen Thierindividuums ob, als es sich in der aufsteigenden Thierreihe nachweisen lässt. Mit Staunen sehen wir, wie überall der grosse Schöpfer sein erhabenes Entwickelungsspiel durch ein ewiges Lösen und Trennen der Einheit in ein Vielfaches trieb, um dadurch wieder die vollständigste, höchste Einheit zu erzielen. Er schied das Gleichartige immer mehr und aus der

grössern Trennung entstanden reichere, schönere, vollkommnere Gestalten, die das Getriebe zu ihrer Erhaltung immer fester an sich gekettet fanden, während die Gottheit das unsichtbare Vulkanenband ihres Daseins in eine Nebelhülle, in ein Halbdunkel einschloss. Die Gottheit ist überall die schaffende, sie braucht keine Organe und kann doch schaffen und wirken und leiten. So lange nur eine einzige gleiche Masse, von dem Lebenshauche beseelt, da ist, erfüllt diese Masse ihren Zweck allein, den einzigen Zweck, den wir zu begreifen im Stande sind, sich zu erhalten und fortzupflanzen; — diese Masse ist Muskel, Nerv und Blut; Lunge, Herz und Niere, — Alles in Einem.

So ist in dem entstehenden Embryo der Muskel, was später Muskel und Nerv zusammen ist; er wird durch seine eigene mit ihm eins seiende Kraft zur Bewegung veranlasst, so lange bis Nerven entstehen; und sind diese Nerven entstanden, so sind sie die Quelle der Bewegung und sind es so lange, bis ein Organ gebildet ist, in welchem sie sich vereinigen, ein Organ der Concentration, das Rückenmark etc.; erst dann, wenn dies Organ existirt, ist der Nerv nur ein Leiter der Kraft, die in jenem sich bildet und immer wieder von Neuem bildet; er ist jetzt gleichsam Diener geworden, er muss gehorchen. (Darum können auch Embryonen, ja selbst noch jüngere Thiere noch länger den Einfluss der Centraltheile des Nervensystems entbehren, als ältere.)

Monstra ohne Gehirn, ohne Rückenmark können dennoch ausgebildet sein, (wovon uns Morgagni *de sed. et caus. morb. cp. 48.* 50. ein besonders interessantes Beispiel liefert) ihre Ernährung und Blutcirculation kann ohne jene Theile bis zu einem gewissen Grade zu Stande gekommen sein, — aber können wir daraus schliessen, dass desshalb das Rückenmark die Ernährung oder den Herzschlag nicht bedinge? Gewiss eben so wenig, als man diese Meinung annehmen dürfte, weil es Thiere

gibt, die kein Rückenmark, aber doch ein schlagendes Herz haben; eben so wenig, als wir annehmen dürfen, die Nieren seien nicht nöthig zur Harnsecretion, weil es Harn in der *Allantois* gab, ehe Nieren da waren. Und dennoch hat Brachet zur Unterstützung seiner Lehre auch solche *Monstra* als Beweise angeführt. Brachet verdient alle Anerkennung, denn er hat eine Masse von Thatsachen geliefert; und der allergrösste Theil derselben ist wahr; — aber Br. ging überall von vorgefassten Meinungen aus und desshalb kann er sich vom Irrthume nicht lossagen. So auch können wir die Scheinbeweise nicht gelten lassen, welche er aus Versuchen an Salamandern entnimmt, deren Herzschlag nach Wegnahme des Rückenmarks noch länger fortdauerte. Mit Recht sagt unser hochgeschätzter Nasse: Das an Fröschen Beobachtete kann nicht über Säugethiere und den Menschen, das für den Zustand des Kindes im Mutterleibe Geltende nicht für den der entwickelten Bildung Zeugniss geben.

Wir haben also durchaus keinen Beweis, dass die Herznerven oder ihre Ganglien wirklich die Quellen der Herzbewegung seien; was, wenn es der Fall wäre, eine Ausnahme im Nervenverlaufe des ganzen Körpers darböte. Wir werden aber im Folgenden auf das Bestimmteste zeigen, dass die Herznerven so gut, wie alle andern Körpernerven vom Rückenmarke und verlängerten Marke ausgehen.

a. Viele höchst ausgezeichnete Physiologen, wie Fowler, Humboldt, Pfaff, Burdach, Müller haben durch die bestimmtesten Versuche sich überzeugt, dass theils galvanische theils chemische Reizung des *Ganglion cardiacum* oder des *N. sympathicus* die Herzbewegungen vermehren oder sie wieder hervorrufen, nachdem sie erloschen waren. Wenn dagegen Treviranus (Biologie IV. p. 269.) sagt: Reizungen der Herznerven hätten keinen unmittelbaren Einfluss auf den Herzschlag; wohl aber wirkten mechanische unmittelbar an die Muskel-

fasern des Herzens angebrachte Reizungen auf ihn ein; und wenn dieser Physiologe die Versuche der Genannten für unrichtig, für Täuschung hält; so kann dies nur daraus erklärt werden, dass Tr. nicht genug Versuche angestellt hat. Es ist allerdings wahr, dass man sehr oft bei eben getödteten Thieren die Nervenplexus auf mechanische und chemische Weise so stark und so anhaltend reizen kann, wie man will, es erfolgt weder vermehrte noch nach schon erloschener erneute Bewegung; während ein viel geringerer Reiz auf die Muskelfasern selbst angebracht, allerdings diese Wirkung hat. Diese Erscheinung habe ich oft genug sowohl hinsichtlich der Bewegung des Herzens als der der Unterleibsorgane gesehen. Aber wenn man nur Versuche genug angestellt hat, wird man sich wohl mit der grössten Bestimmtheit überzeugen, dass dennoch Reizung der Nerven die Bewegung veranlasst und man wird Fälle finden, in denen von Täuschung nicht mehr die Rede sein kann. Aber das ist richtig, dass das centripetale Princip in den sogenannten unwillkührlichen Muskeln ungleich grösser ist, als in den willkührlichen; gleich als wollte diese Kraft sich weit entfernen von dem Sitze des Willens.

Besonders wichtig sind die schätzbaren Versuche von Valentin. Dieser fand nämlich, dass die Herzbewegung nicht ursprünglich vom *N. sympathicus* und dessen Ganglien ausginge, sondern dass sie durch eine Reizung des *N. accessorius;* und der obersten Halswirbel (deren vordere Wurzeln) veranlasst würde, dass sie im Rückenmarke ihren Ursprung habe.

Vgl. *Valentin de funct. etc. p. 62 u. 65.*

b. Um nun auch die Stelle in den Centraltheilen zu finden, von welcher aus man das Herz bewegen kann, habe ich eine Anzahl von Versuchen erst an Säugethieren, später an Fröschen gemacht. (Meines Erachtens hat ein Versuch an Fröschen nur dann volle Wichtigkeit, und sein Resultat verdient nur dann Anwendung auf die

9 *

menschliche Physiologie, wenn er zuvor auch an Säugethieren gemacht worden ist und sich ebenso gezeigt hat. Aber dann ist auch ein solches Experiment von sehr hohem Werthe, es kann oft genug angestellt werden, ist ohne Schwierigkeit und scheint wenigstens lange nicht so grausam, wie bei höhern Thieren zu sein. Dies ist nun wirklich in Hinsicht der Herzbewegung der Fall.) Ich habe sehr oft den gleich zu erzählenden Versuch gemacht, manchmal sah ich keine Resultate, doch in gar vielen Fällen das Folgende.

57 *a.* Viele Frösche sterben einige Zeit nach Eröffnung des verlängerten Markes. Einen solchen gebrauche man zu diesem Versuche. Nach erfolgtem Tode öffne man die Brusthöhle und warte so lange, bis das Herz einige Zeit aufgehört hat zu schlagen. Dies dauert manchmal 3—6 Stunden und mehr. Hat man sich vom Stillstand des Herzens überzeugt, so steche man mit einer spitzen Nadel in das oberste Ende des verlängerten Markes und zwar grade in der Mittellinie desselben. Man schiebe die Nadel unter den untern (vordern) Theil des verlängerten Markes und streiche sie auf und ab, so werden alsbald von Neuem Herzbewegungen entstehen, manchmal blos der Atrien, oft aber auch des Ventrikels. Man kann mehrmals reizen und wird den nämlichen Erfolg mehrmals entstehen sehen. Auch die Anwendung des *Kali causticum* wirkt vortrefflich.

58. Man reize blos oberflächlich die obere (hintere) Rückenmarkshälfte, oder die Seitentheile, so sieht man keine Herzbewegung; oder man reize einen Theil nach dem andern von den Massen, welche vor dem verlängerten Marke liegen, kleines Gehirn, grosses Gehirn etc., man wird niemals den geringsten Erfolg wahrnehmen. Ebenso erfolgt keine Bewegung mehr, wenn man unter dem 3ten Wirbel das Rückenmark reizt.

Bei Säugethieren half mir oft alles Versuchen Nichts, die Reizbarkeit des Rückenmarkes erlosch zu früh und

die der peripherischen Nerven dauerte zu lange. Aber bei 6 Katzen habe ich mit solcher Gewissheit die zu reizende Stelle der Centraltheile kennen gelernt, dass darüber nicht mehr der geringste Zweifel blieb. Und ich glaube, hier entscheidet Eine positive Thatsache mehr, als hundert negative.

59. Bei einer lebenden Katze entblösste ich das verlängerte und Halsmark. Die Katze starb bald nach der Operation. Rasch wurde die Brusthöhle geöffnet, das Herz schlug noch lebhaft. Allmählich nahm die Bewegung der Kammern ab, während die der Vorhöfe noch sehr stark war. Ich fühlte auch noch eine Zeit lang die Pulsation der aufsteigenden Aorta. Die Kammern zogen sich alle 14 Sekunden ein Mal zusammen. Ich stach zu beiden Seiten, erst links dann rechts, erst oberflächlich, dann tief, in das blosgelegte verlängerte- und Rücken-Mark mit einer spitzen Nadel ein und bewegte sie hin und her, die Herzbewegung wurde weder stärker noch häufiger, alle 14 Sekunden erfolgte vor wie nach eine Contraction; ich wandte nun statt der Nadel an denselben Stellen in denselben Modificationen das *Kali causticum* an, aber auch dies Reizmittel hatte keine Folgen. Nun stach ich aber grade in und neben die Mittellinie des Rückenmarks ein und als ich in die Tiefe gedrungen, also zum untern (vordern) Strang gekommen war, sah ich, wie die Herzbewegung viel stärker wurde und wie jetzt, statt dass alle 14 Sekunden eine Contraction erfolgt war, alle 3 Sekunden eine entstand. Am stärksten und deutlichsten war die Bewegung, wenn ich die untere (vordere) Hälfte des verlängerten Markes bis zu seinem Endtheil reizte; sobald ich aber weiter nach vorn, d. h. gegen das Gesicht zu, reizte, entstand nicht mehr die geringste Herzbewegung; so war nicht eine Spur davon zu bemerken, als ich lange Zeit hindurch den *Pons* und die Vierhügel mit einer Nadel hin und her gezerrt hatte und gleich darauf wandte ich die Nadel gegen das ver-

längerte Mark, und von Neuem entstand Herzbewegung. Abwärts sah ich bis zum dritten Halswirbel herab noch Wirkung, weiter unten aber gar nicht mehr. Nun gebrauchte ich das *Kali causticum*; an der obern (hintern) Rückenmarkshälfte angebracht, vermehrte es die Bewegung des Herzens nicht, aber als ich ein ganzes Stück grade in die Mittellinie bis zum vordern Strang einpresste, nahm die Herzbewegung so zu, dass in jeder Sekunde eine Contraction erfolgte und dies 8 Mal hinter einander, während es kurz vorher an 20 Sekunden gedauert hatte, bis eine solche erfolgt war.

60. Bei einer andern Katze, bei der ebenfalls die Reizbarkeit im Centralsysteme lange andauerte, reizte ich nun erst lange Zeit hindurch durch alle mir zu Gebote stehenden Mittel den *Pons*, das kleine Gehirn, die Vierhügel, die Sehhügel, gestreiften Körper, die Hemisphären des grossen Gehirns; aber alles Reizen war vergeblich, die Bewegung des Herzens wurde nicht vermehrt. Ich reizte den untern (vordern) Theil des verlängerten Marks, den Anfangstheil des Rückenmarks, es entstanden deutliche Verstärkungen und Vermehrungen.

Ich habe noch bei 4 andern Thieren ganz dasselbe gesehen und kann daher mit Bestimmtheit schliessen, dass

die motorischen Nerven des Herzens in der Mittellinie des Rückenmarks vom vierten oder dritten Halswirbel an bis hinauf zum Ende des verlängerten Markes und zwar nur in den untern (vordern) Strängen liegen, dass sie hier aufhören und keine Reizung irgend eines andern Gehirntheils mehr Bewegung des Herzens hervorrufen kann, wenn keine Empfindung mehr besteht.

Ens hat also Recht, wenn er sagt, dass der Herzschlag vermehrt würde, wenn man das verlängerte Mark mit dem Messer reizt, aber wie wir wissen, nicht Recht, dass er glaubt, er höre auf, wenn er dies zerstöre. Dies

sind nur seltne Ausnahmsfälle. (*Halleri disputat. II. p. 409.*)

Ganz stimmen wir mit Serres (*l. c. p. 246*) überein, der die vordern Stränge des Rückenmarks und des verlängerten Markes (aber wohl zu bemerken, nicht des ganzen Rückenmarks!) als besonders auf den Kreislauf einwirkend ansieht.

61. Einer jungen eben enthaupteten Katze reizte ich mit einer Sonde die vordern Stränge des Halsmarks. Die Herzbewegung wurde so stark, dass das Organ heftig und ungeheuer häufig wider die von aussen an die Brusthöhle gehaltene Hand schlug. Die Erscheinung hörte auf, als ich die Sonde aus dem Rückenmark zog, und kam wieder, als ich von Neuem diese einbrachte.

Da die Empfindung des Schmerzes auf keinen Bewegungstheil des ganzen Körpers so stark einwirkt, wie gerade auf das Herz, so sind Beobachtungen an lebenden Thieren ziemlich unsicher. Dennoch kann man bemerken, dass zwar bei Reizungen jedes Rückenmarkstheils, mag es des Brust- oder Lendenmarks sein, stets vermehrte Bewegungen des Herzens entstehen, aber doch niemals in dem Grade, als ob man das Halsmark reizt. Sticht man in der Gegend der ersten Halswirbel mit einer Nadel in das blosgelegte Rückenmark, so sieht man bei geöffneter Brust augenblicklich nach dem Stiche das Herz sich oft so rasch bewegen, dass es unmöglich ist, die Schläge zu zählen.

Auch die Pathologie weist Fälle genug nach, in welchen der Einfluss des Rückenmarks auf Herzbewegung deutlich sichtlich ist. Nasse (a. a. O. p. 263.) hat einige davon erwähnt.

Vergebens bemüht sich Brachet, zu beweisen, dass das Rückenmark ohne Einfluss auf den Herzschlag sei. Wir haben schon hinlänglich davon gesprochen. Wenn er nach Reizung keine Bewegung des Herzens erfolgen sah (p. 156,) so beweist dies, wie wir schon

des Weiteren dies besprochen haben, eben so wenig, als dass nach Zerstörung des Rückenmarks die Bewegung noch einige Zeit fortbesteht. Wir haben die Grundsätze einer richtigeren Kritik schon öfters auseinander gesetzt. Es würde zu weitläufig werden, wenn ich jeden einzelnen Versuch von Brachet einer genaueren Beurtheilung unterwerfen und nachweisen wollte, wie keineswegs seine Schlüsse aus seinen Versuchen folgen. Ich bitte den Leser, Br. Werk zur Hand zu nehmen und es wird ihm nicht schwer fallen, das Wahre vom Irrigen zu trennen.

So grundlos auf der einen Seite die Meinung ist, das Rückenmark sei ohne Einfluss auf Herzbewegung, so unrichtig wäre anderer Seits die Annahme, dass der Herzschlag ganz allein durch das verlängerte Mark bedingt wäre. Mächtig wirkt vielmehr das Athmen auf ihn ein.

Die Herzbewegung wird nicht durch das Athmen veranlasst, denn man kann sie erzeugen, ohne dass Athmen entsteht; die Durchschneidung des *N. vagus* vermindert die Athemzüge und vermehrt die Herzschläge. Aber durch das Athmen wird vorzüglich die gehörige Kraft der Zusammenziehung des Herzens bedingt. Denn bei jedem Einathmen füllen sich bekanntlich die einzelnen Lungenzellen sämmtlich mit athmosphärischer Luft. In den Wandungen dieser Lungenzellen verbreiten sich die Gefässe, deren Inhalt durch Luftzutritt von Schwarz in Roth umgewandelt wird. Wird eine Lungenzelle ausgedehnt, so müssen nothwendig ihre Wandungen, also auch die darin enthaltenen Gefässe einen ziemlich beträchtlichen Druck leiden; der Inhalt dieser Gefässe, das rothgewordene Blut, wird dahin fortgetrieben, wo er am wenigsten Widerstand findet, d. h. nach den Pulmonalvenen, die das Blut in den linken Vorhof treiben. Daher dringt das Blut mit viel grösserer Kraft in diesen Vorhof, als sonst im Körper das Blut in den Venen weiterfliesst.

Die gegen ihn andringende Blutmasse ist ein Reiz zu stärkerer Contraction, welcher immer wieder durch erneutes Athemholen von Neuem angeregt wird. Einer solchen stärkern Contraction folgt auch jedesmal nach einem bekannten Gesetze des Nervenlebens eine grössere Pause. Wird daher das Athemholen gehemmet, ohne dass die motorische Kraft des Herzens zugleich vom Rückenmark aus eine Beeinträchtigung leidet, so wird erstens die Stärke der Contraction des Herzens abnehmen, weil kein besonderer Reiz mehr hinzukommt, dann die einzelnen Herzschläge häufiger werden, weil einer geringern Zusammenziehung auch eine verhältnissmässig geringe Erschlaffung, also eine kleinere Pause folgen muss. Wir haben einen schönen Beweis zu dieser Lehre, in der Durchschneidung des *N. vagus.* Diese hat zur constanten Folge Abnahme der Häufigkeit der Athemzüge, wodurch auch ein geringerer Reiz zur Herzcontraction gegeben ist, also häufigere und schwächere Herzschläge, was auch in der That der Fall ist.

Vgl. Burdach vom Baue und Leben des Gehirns p. 60. *Valentin l. c.* §. 117. 3.

Ueber die Abhängigkeit des Herzens vom Athmen vgl. *Müllers Phys. I. p.* 179. (2te Aufl.)

Einige Versuche von Legallois (*expériences sur la principe de la vie*) verdienen noch erwähnt und erklärt zu werden. Dieser scharfsinnige Arzt hatte gefunden, dass durch Durchschneidung des Rückenmarks unter dem *foramen magnum* das Athemholen aufhört und der Blutumlauf stockt, dass aber dieser wieder rege wird, wenn man ein künstliches Athemholen herstellt.

Nach Durchschneidung des Rückenmarkes sind die Centralenden der motorischen Nerven des Herzens sowie auch die für die Respirationsorgane durchgeschnitten. Der Herzschlag geräth dadurch in's Stocken, hört aber keineswegs ganz auf, weil nämlich in dem Rückenmarke noch eine Zeit lang die von den Centralenden ausgehende

und mitgetheilte Kraft fortbesteht; viel rascher, gewöhnlich schon nach einigen Sekunden, erlischt die motorische Kraft für die Respirationsmuskeln, wie dies überhaupt bei allen freiern Bewegungen der Fall ist. Das Athmen hörte also nach jener Operation ganz auf, die Herzbewegung gerieth nur in's Stocken. Erregt man ein künstliches Athmen, so wird ein neuer Reiz für die Herzbewegung geschaffen, es schlägt wieder schneller — ähnlich wie man durch stärkere Reizung des Rückenmarkes oder der peripherischen Herznerven selbst nach dem Tode die Schläge vermehren und verstärken kann.

Wird nach Legallois das Rückenmark aber vollständig zerstört, so hört das Athmen rasch auf, der Herzschlag dauert noch einige Zeit fort; (aus demselben Grunde, wesshalb ein ausgeschnittenes Herz noch fortfährt zu schlagen, nämlich durch die in den peripherischen Nerven noch kurze Zeit fortdauernde Entwickelung der ihnen mitgetheilten Kraft,) hat er aber aufgehört (d. h. ist die Kraft der peripherischen Nerven erloschen,) so ist das künstliche Athemgeben nicht mehr im Stande, ihn zu erneuern. Ebenso kann man ganz rasch nicht mehr das ausgeschnittene Herz bei Säugethieren zu Contractionen reizen, auch schlägt bekanntlich dasselbe nach dem Tode viel länger, wenn es in der Brust d. h. mit dem Rückenmarke im Zusammenhange bleibt, als wenn es ausgeschnitten wird.

Ich weiss bis jetzt nicht mit Bestimmtheit zu erklären, woher es kommt, dass der Kreislauf des Blutes plötzlich aufhört und nicht wieder durch künstliches Athemholen herzustellen ist, wenn man den Lendentheil des Rückenmarks zerstört; nur ganz junge Kaninchen, und auch schon ältere Hunde sterben nicht so rasch. Diese von Legallois gemachte Beobachtung wurde durch Nasse bestätigt. Zerstörung der Bewegungsnerven des Herzens kann es nicht sein, denn niemals ist man im Stande von Stellen des Rückenmarks, welche

unter dem vierten Halswirbel liegen, bei Thieren, bei denen die Empfindung erloschen ist, Bewegung zu veranlassen. Nur wo die Empfindung noch fortbesteht, da kann von jedem empfindenden Theile aus auch der Herzschlag vermehrt werden. Man vgl. Müllers Phys. I p. 185.

Ob die Zerstörung des Lendenmarks vielleicht durch die plötzliche Hemmung der Urinsecretion und dadurch erfolgende Intoxikation des Blutes so rasch tödte, sei nur als Hypothese erwähnt. Späterhin gedenke ich über diesen Gegenstand noch mehr Untersuchungen anzustellen und seiner Zeit mitzutheilen.

c. Wenn auch nach Durchschneidung des Rückenmarks die Herzbewegung noch einige Zeit fortdauert, so wird doch von dem Augenblicke an, in welchem diese Operation gemacht worden ist, dieselbe immer an Intensität abnehmen, mag man auch die Respiration künstlich unterhalten, und nach einiger Zeit ist kein Mittel mehr im Stande, das Herz zur Bewegung zu treiben, weil die Centralkraft fehlt. Sie kann nicht mehr auf das Rückenmark ausstrahlen, dies kann nicht mehr auf die Nerven wirken, und so erfolgt unausbleiblich der Tod.

Flourens (a. a. O. p. 174) sagt: Das Nervensystem trägt zur Kraft, wie zur Dauer des Kreislaufes bei. Denn in dem Maasse, wie jenes vergeht, wird auch dieser schwächer und nach Verlauf einer gewissen Zeit, wo jenes vernichtet ist, ist auch dieser ganz dahin.

Wir haben also unsere zunächst gestellte Aufgabe gelöst und nachgewiesen, dass

1. die Herzbewegung von Nerven abhängt, welche vom Rückenmarke zu dem Herzen mittelst der sympathischen Nerven (vorzugsweise) gelangen und

2. im verlängerten Marke ihren Ursprung haben. Während also alle die andern motorischen Nerven, welche wir bisher untersucht haben, von dem *Pons* und den Vierhügeln ausgehen, fangen die des Herzens erst im

verlängerten Marke an, und dadurch unterscheiden sie sich hauptsächlich von denen bis jetzt abgehandelten. — Vom *Sympathicus* aber geht die Herzbewegung nicht ursprünglich aus, wie Brachet annahm; der *Sympathicus* ist nur Träger, wie jeder andere Nerve.

Wir haben weiter gefunden, dass

3. Die Centraltheile für die Herzbewegung in den vordern Strängen des Hals- und verlängerten Marks liegen.

4. Dass die vom Centralende ausstrahlende Kraft nach dem Tode oder dem Durchschneiden länger noch unter der Durchschnittsfläche im Rückenmarke angesammlet bleibe, als dies bei den Nerven für die freiere Bewegung der Fall ist.

5. dass eben diese mitgetheilte Kraft in den peripherischen Nerven-Enden, die sich in der Substanz des Herzens verbreiten, ungleich länger fortbesteht, als sie nach dem Tode bei den Nerven für die sog. willkührlichen Bewegungen fortbesteht.

Der wesentliche Unterschied bleibt also immer der unter 2) angeführte, alle übrigen sind nur quantitativ. Aber eben jener wesentliche Unterschied der Centralenden der Herznerven erfordert unsere ganze Aufmerksamkeit und wird uns zu den wichtigsten Aufschlüssen führen.

In dem Herzen wollte die Natur ein Organ schaffen, welches vom ersten Augenblicke an, wo ein Thierwesen sich von seinem mütterlichen Organismus scheidet und ein gesondertes Individuum wird, sich bewegen soll, bis zum Tode, — ohne Unterbrechung. Von seinen Schlägen hängt die Existenz des Körpers ab; sobald sie aufhören, hört auch alle Empfindung und alle Bewegung auf. Wie sollte nun die weise Natur ein solches Organ schaffen, ohne wegen des Einen eigenthümliche Kräfte entstehen zu lassen? Denn die im Körper waltenden durften nicht anders wirken aufs Herz, als auf alle andern Theile.

Denn wie schon gesagt, jede Kraft wirkt vielmehr unaufgehalten rastlos immer nach Einem Ziele hin, sie kennt weder Ruhe noch Schonung, sie kennt nur Ein Gesetz, sie hat nur Eine Richtung, sie macht keine Ausnahme; keine, die hohe Schöpfungskraft allein ausgenommen, wirkt mit Ueberlegung. Was also that die Natur, um diese ewige Bewegung zu erzeugen? Ich antworte, das Einfachste, was nur hätte geschehen können. **Sie liess die Bewegungsnerven des Herzens, welche nur eine Hälfte des Rückenmarks einnahmen, enden, ehe die Hemmungsfasern des kleinen Gehirns auf sie einwirken konnten.** Die Bewegung des Herzens gehört zu den einfachsten, die es gibt. Hier sehen wir Nichts von Beugung und Streckung, keine Freiheit wie in den Beinen und Armen nach allen Seiten und allen Richtungen hin; sondern ein ewiges Zusammenziehen und dann Erschlaffung und nichts weiter. Die Herzmuskeln haben also keine Antagonisten; ihre Bewegung ist ja einseitig; desshalb liegen auch die Nerven nur in einem Strange, im vordern, vereint. Für sie gibt es keine Hemmung, denn das kleine Gehirn berührt sie nicht, auch nicht einmal durch die Seitenstränge, denn sie liegen nur in der Mitte. Darum sind sie zu ewiger Bewegung verurtheilt, sie können nicht stille stehen vom Werden bis zum Enden. Und weil nach allgemeinem Gesetze jeder Thätigkeit Ruhe folgen muss, wechselt mit Zusammenziehung die Erschlaffung oder Ausdehnung. Und damit endlich die Kraft der Zusammenziehung stark genug sei, um die ganze Blutmasse durch den Körper zu treiben, wird in jeder Minute 18 bis 20 Mal durch den Druck der Luft beim Einathmen das Blut der Pulmonalnerven gegen den linken Vorhof des Herzens gepumpt. Denn wäre kein besonderer Reiz zugegen, sicher würden die Zusammenziehungen unendlich viel häufiger sein, grade so wie es bei andern Muskeln der Fall ist, wenn Nichts im Wege steht. Und

sehen wir dies nicht wirklich bei den Kindern im Mutterleibe, wie unendlich viel rascher schlägt da das Herz? hier ist kein Athmen, wodurch eine grössere Reizung, eine stärkere Contraction und dadurch längere Pausen, seltnere Schläge hervorgebracht würden.

Welche Zwecke sehen wir durch so einfache Mittel erreicht! Und wir sollten nicht von Bewunderung ergriffen werden, von der Grösse und Weisheit des Schöpfers? Wer könnte zweifeln an seinem Dasein, ja ich darf es sagen an seiner Einheit, der seine Werke beschaut?

Alle Leidenschaften wirken mächtig auf die Herzbewegung ein, und doch können Leidenschaften und Gemüthsaffecte nur durch Vorstellungen, diese nur durch die Sinneseindrücke sich bilden. Da aber die Vorstellungen nur durch das Dasein der grossen Gehirnlappen bedingt werden, so können wir behaupten, dass das grosse Gehirn nothwendig auf die Herzbewegung Einfluss hat.

Die Beobachtungen von Flourens und Hertwig scheinen dieser Behauptung zu widersprechen. Flourens erhielt Monate lang Vögel und Amphibien, denen er das grosse Gehirn genommen hatte, am Leben, sie waren gut genährt, wie zuvor, ihr Athmen (und Herzschlag?) so wenig als bei der Operation später geändert. Hertwig bemerkt ausdrücklich: dass die Respiration und der Blutumlauf von der Einwirkung der Hemisphären wenig abhängig sind, da man bei der Zerstörung derselben keine bedeutende Veränderung in diesen beiden Functionen wahrnehmen kann (a. a. O. p. 29). Dennoch bemerkt H. p. 20, dass bei einem beider Hirnlappen beraubten Hunde der Herzschlag und die Arterienpulse um 5 bis 6 Schläge in jeder Minute verringert waren.

Bei einer grossen Anzahl von Säugethieren, namentlich aber Katzen und Hunden, habe ich die grossen

Hemisphären weggenommen und fast immer (mit wenigen Ausnahmen) Abnahme der Herzschläge beobachtet, oft sind es nur wenige (manchmal 1 oder 2) in der Minute, oft mehr. Meistens achtet man wenig darauf und daher mag es wohl oft übersehen worden sein. Diese Verminderung der Herzschläge hängt nicht etwa von dem Blutverluste ab, denn ich zählte gewöhnlich eine längere Zeit hindurch den Puls, wenn das Gehirn schon blosgelegt war. In der Regel nahm die Frequenz ab, je mehr Schichten ich wegnahm.

Auch die allgemein bekannte Erfahrung, dass der Herzschlag bei Hirndruck, wenn nicht zugleich ein Reiz ausgeübt wird, bedeutend abnimmt, kann hieher bezogen werden. Bei der Apoplexie sinkt der Puls sehr stark. Burdach (a. a. O. III. p. 62) hat eine Reihe von Fällen aus ärztlichen Schriftstellern aufgezählt, in welchen ein auffallendes Langsamerwerden des Pulses bemerkt wurde.

Gerne will ich glauben, dass bei Vögeln und Amphibien die Wegnahme der Hemisphären ohne (auffallenden?) Einfluss auf die Herzbewegung sei, aber wir wissen auch, dass bei diesen Thieren jene Operation auch nicht dauernd auf die übrigen Bewegungen einwirkt. Gilt dies aber auch von den Säugethieren, gilt dies vom Menschen? Keineswegs. Die Erfahrung widerlegt dies ganz und gar. Die Einwirkung auf das Herz ist zwar nicht so stark, als auf die Extremitäten-Muskeln, aber sie besteht, — nur ein gradueller Unterschied ist zu bemerken, kein wesentlicher. Wie die Nerven, welche der freiern Bewegung vorstehen, ihre Befähigung dazu bei den höhern Thieren vom grossen Gehirne erhalten, so ist dasselbe auch bei den Herznerven der Fall. Nur kann dieser Gehirntheil die ihm inwohnende Willenskraft nicht auf das Herz ausüben, weil es kein Organ hat, um dessen ewige Bewegungen zu hemmen; weil das kleine Gehirn mit den Herznerven keine Verbindung eingeht. Es theilt hingegen das grosse Gehirn dennoch den Trieb

zu Bewegungen dem Herzen allerdings mit. Daher können auch, wenn das grosse Gehirn durch ungewohnte, unregelmässige Vorstellungen im Zustande der Reizung sich befindet, — wie bei Leidenschaften — vermehrte Herzbewegungen entstehen, wie überhaupt je nach der Reizbarkeit der individuellen Nerven die verschiedenartigsten andern Bewegungen.

Vgl. meine Lehre v. Erbrechen. Bonn 1840. p. 152.

Wilson Philip will bemerkt haben, dass durch Applikation von Weingeist, Opiumtinktur und Tabaksaufguss auf die Hemisphären des grossen Gehirns Beschleunigung des Herzschlags so bestimmt erfolgte, dass er sogleich wieder langsamer wurde, wenn man die Flüssigkeiten abwusch. — Marshal Hall sah durchaus nichts Aehnliches. — Ich habe ebenfalls eine grosse Anzahl von Versuchen gemacht und niemals weder durch die angegebnen, noch auch durch andere die geringste Vermehrung der Herzbewegung gesehen. Die Wahrscheinlichkeit einer Täuschung von Seiten Philips wird dadurch noch grösser, dass auch nach ihm andere Mittel nicht dieselben Folgen hatten.

Wir können daher auf diese Beobachtung kein Gewicht legen und nehmen an, dass Reizung der Hemisphären des grossen Gehirns direkt nicht Herzbewegung veranlasst, dass aber seine Wegnahme diese vermindere. Also auch hierin die grösste Aehnlichkeit mit der Wirkung auf andere Nerven.

Cf. W. Philip an experimental inquiry into the laws of the vital fonctions. Sec. ed. Lond. 1818.

M. Hall an essay on the circulation. Lond. 1831.

Auch das kleine Gehirn scheint ganz ohne Einfluss auf das Herz zu sein. Hertwig hat nach Wegnahme desselben keine Veränderung des Herzschlags beobachtet (p. 131, p. 132, p. 136, p. 137 b). Auch ich habe

nie weder durch Reizung, noch durch Wegnahme des kleinen Gehirns irgend wie einen Einfluss auf die Herzbewegung wahrnehmen können.

§. 13.

Bewegung des Magens.

Vgl. meine Lehre vom Erbrechen p. 70—121.

Weit entfernt, dass sich der Magen wie das Herz beständig während des ganzen Lebens bewegt, kommt er vielmehr darin mit den zur freieren Bewegung dienenden Muskeln überein, dass seine Bewegung im normalen Zustande nur von Zeit zu Zeit eintritt, nämlich dann, wenn sie zur Lebenserhaltung nothwendig ist. Dass übrigens Reizungen den Magen ebenso gut, wie alle Bewegungsorgane ohne Ausnahme zur Bewegung antreiben können, brauche ich kaum zu bemerken. Doch das ist etwas Krankhaftes.

Man irrt sehr, wenn man glaubt, dass die Speisen, welche in den Magen kommen, oder wenn sie chymificirt sind, dies Organ zur Bewegung veranlassen. Denn grade, wenn der Magen recht mit Speisen angefüllt ist, sieht man nicht die geringste Bewegung an ihm, was doch geschehen müsste, wenn die Speisemasse die Bewegung hervorriefe. Nur in den ersten Momenten, nach dem Essen geht die Bewegung der Fasern der Speiseröhre auf die des Magens über, und hier sieht man hier und dort noch einige Magenbewegungen. Diese sind also, wie ich eben sagte und wie man sich sehr deutlich durch Vivisectionen überzeugen kann, nichts weiter als die von der Speiseröhr-Bewegung auf den Magen übergetragene; sie hören aber bald auf, und beginnen dann wieder, wenn die Speisen chymificirt sind.

Oft liegen fremde Körper lange, lange Zeit im Magen und bewirken keineswegs stärkere Bewegung, (natürlich wenn sie nicht mechanisch oder chemisch reizen,) sondern auch dann ist der Magen ruhig, wie zuvor.

Die Speisemasse also reizt den Magen nicht, ebenso wenig, als das Blut das Herz, der Urin die Harnblase, der Koth den Mastdarm, (über Letztres vgl. meine Abhandl. über Empfindung, Bewegung etc. des Darmkanals im: Organ für die gesammte Heilkunde, Bonn 1840. Heft I. p. 122. der Embryo den Uterus zur Bewegung reizt. Alle diese Körper sind keine Reize für die betreffenden Theile. Diese sind vielmehr eben so organisirt, dass sie nicht von denselben affizirt werden. Auf welche Weise das Blut erregend und beschleunigend auf die Herzbewegung einwirkt, habe ich im vorigen Paragraph auseinander gesetzt, nämlich auf ganz mechanische Weise; wie der Koth auf den Mastdarm wirkt, darüber habe ich in der eben erwähnten Abhandlung gesprochen. Wie sich der Urin zur Blase, der Embryo zur Uterus-Bewegung verhält, behalte ich mir vor, an einem andern Orte abzuhandeln.

Die Magenbewegung erfolgt dadurch, dass alle Stoffe welche mit der Schleimhaut des Magens in Berührung kommen, und keine Reizung derselben veranlassen, mögen es nun Speisen sein, oder Kieselsteine, Absonderung eines mit Essig- und Salzsäure saturirten thierischen Schleimes ist; und dass nach einem allgemeinen Gesetze auf jede Absonderung Bewegung folgt. Es ist hier der Ort nicht, dies Gesetz nach allen Richtungen hin zu verfolgen, so interessant es auch wäre. Wir werden jedoch noch einmal im §. 17 darauf kurz zurückkommen.

Die Speisen bilden also blos die gewöhnlichen Anregungen zu der spezifischen Magenabsonderung, hienach entstehen die dem ganzen Darmkanale und überhaupt allen Organen ohne variköse Muskelfasern im normalen Zustande a l l e i n eigenthümlichen Bewegungen der Aus-

dehnung und Erschlaffung, welche sich jedesmal vom Magen bis zum Mastdarm-Ende fortsetzen.

Man könnte wohl diese Bewegung nach Absonderung in mehrfacher Beziehung mit der nach Empfindung vergleichen, wir wollen aber dies hier übergehen.

Ausser dieser normalen Bewegung, welche in der Organisation begründet ist, kann dieselbe, wie schon gesagt, durch alle wahrhafte Reizungen chemischer und mechanischer Art hervorgerufen werden; und dann entstehen auch starke und heftige Zusammenziehungen, wie sie im gesunden Zustande nie vorkommen. Hievon soll in einem der folgenden Hefte, wenn wir von der Entstehung der krankhaften Bewegungen zu sprechen haben, die Rede sein.

Wir hörten, dass die normale Herzbewegung nicht nur durch den von Zeit zu Zeit erneuerten Blutandrang bedingt sei, ja dass dies nicht einmal die vorzüglichste und erste Veranlassung jener Bewegung sei, sondern dass namentlich die eigenthümliche Lage der Centralnerven des Herzens auch nothwendig dessen unaufhörliche Bewegung zur Folge habe. Das Herz kann sich daher bewegen, ohne dass Blut dagegen angedrängt wird. Kurz, die Herzbewegung hat einen doppelten Grund ihrer Entstehung in einer centralen und einer peripherischen Nervenerregung. Etwas Aehnliches finden wir aber bei der Magenbewegung nicht. Diese hört im Normalzustande auf, sobald ihre Absonderung nicht angeregt wird. In den Centralorganen nämlich liegt es nicht begründet, dass der Magen fort und fort sich dehnt und wieder erschlafft. Ich habe dies durch Versuche eklatant erwiesen, welche ich hier nur summarisch erwähnen will; indem ich auf die in meiner Schrift über das Erbrechen ausgeführte weitläufigere Darstellung verweise.

Selbst der ausgeschnittene Magen bewegt sich, wenn man ihn reizt, eben so wohl, wie das ausgeschnittene Herz, nach den Erfahrungen von Wepfer, Spallanzani

und mir. Aber wir bemerken hier dennoch einen mehrfachen Unterschied zwischen beiden Organen. Das Herz schlägt weiter, ohne Reizung; der Magen nicht. Dies rührt daher, dass in den Centralnerven des Herzens durch die frei wirkende Bewegungskraft die ewige Bewegung des Herzens begründet liegt; diese Kraft theilt sich den peripherischen Nerven mit und bleibt einige Zeit nach dem Tode in denselben fortbestehen. In den Centralenden der Magennerven aber kann die Bewegungskraft nicht mehr frei wirken, wie wir gleich sehen werden; sie ist gehemmt, deshalb können auch die peripherischen Nerven sich nicht freier bewegen; sie bedürfen der Erregung oder Reizung. Werden sie gereizt, dann veranlassen sie ebenfalls Bewegung.

Das Herz schlägt bei jungen und bei niedern Thieren nach dem Tode länger fort, als bei ältern und bei höhern. Der Magen und der Darm hingegen bewegen sich bei ältern und bei höhern Thieren ungleich längere Zeit nach dem Tode in Folge von Reizungen noch, als der Magen und Darm jüngerer und niederer Thiere. Die wahre Ursache dieser Erscheinung habe ich nicht auszumitteln vermocht.

Durch Reizung der *Ganglion coeliacum* kann man den Magen in Bewegung setzen; aber ich schloss eben so wenig daraus hier, als bei der Herzbewegung, dass in den Ganglien selbst die Quelle der Bewegung liege. Ich forschte weiter, und fand, dass der ganzen Länge des Rückenmarks nach, etwa von der Gegend der letzten Brustwirbel an und auch vom verlängerten Marke aus durch Reizung bei geeigneten Thieren Bewegung des Magens erfolgt.

Neuere Untersuchungen haben mich gelehrt, dass Reizungen des kleinen Gehirns durch mechanische oder chemische Mittel, sowohl auf seine rechte, als seine linke Hälfte angebracht, deutliche Bewegung des Magens bei dazu geeigneten Thieren erzeugen.

Endlich machte ich noch die interessante Erfahrung, dass der rechte Sehhügel und der rechte gestreifte Körper die Organe sind, über welche hinaus keine Reizung mehr im Stande ist, den Magen zu bewegen. Ich habe es nie von diesen Organen der linken Seite gesehen, nie von den Hemisphären des grossen Gehirns.

Es wird nun auch hierdurch Jedwedem klar werden, wesshalb wir keinen Willen auf unsere Magenbewegung ausüben können; oder was dasselbe ist, wesshalb wir keine Vorstellung combiniren und reproduciren können, mit welcher die Magenbewegung in nothwendiger Verbindung stünde.

Es wurde oben schon gesagt, dass eine willkührliche Bewegung nur dann entstehen könne, wenn das kleine Gehirn auf die Bewegungsfasern einwirken und resp. durch seine hemmende Eigenschaft diese regeln könnte. Nun gehen aber die Magennerven durch das kleine Gehirn durch. Aber es ist eine bekannte Sache, wenn eine Kraft einer andern entgegen wirken soll, der Körper in dem sich die eine äussert, mit dem zweiten, in welchem sich die andere äussert, nicht zusammenfallen und eins mit ihm werden darf. Sonst kommt keine Wirkung zu Stande. Wenn ein Hebel einen Körper in die Höhe bringen soll, so darf der Körper nicht mit dem Hebel eins sein; wenn man einen Gegenstand wiegen will, so darf dieser nicht mit dem ganzen Wagenbalken verbunden sein etc. etc. Was hier von den gewöhnlichsten mechanischen Kräften gilt, dasselbe gilt auch von den Nervenkräften. Die Bewegungsfasern des Magens sind in das Organ hineingelegt, welches die hemmende Kraft repräsentirt. Dadurch wird einestheils die Bewegungskraft sehr eingeschränkt, andern Theils eine freie Einwirkung zwischen Hemmung und Bewegung unmöglich gemacht. Durch diesen einfachen Kunstgriff hat der weise Schöpfer zwei für die Erhaltung des Individuums höchst wichtige Zwecke erreicht: Aufhebung des

Willens auf den Magen und Beschränkung seiner Bewegung.

Ob auch bei andern Thieren, als Säugethieren, die Magennerven bis zu dem gestreiften Körper reichen, weiss ich nicht; da ich darüber keine Versuche angestellt habe. Ich möchte es fast bezweifeln. Denn erstens hat die Wegnahme des ganzen grossen Gehirns bei Vögeln durchaus nicht so rasch und so oft den Tod zur Folge, als bei Säugethieren, welche immer darnach sterben. Zweitens scheinen Vögel mitunter eine Spur des Willens auf den Magen auszuüben; was ihnen nicht zusagt, brechen sie wieder. (Treviranus Biologie 4. p. 397.)

§. 14.

Bewegung des Dünndarms.

Vgl. Budge's Beitrag z. Lehre v. d. Sympathien. Müllers Arch. 1839. V. p. 389.

Auch hinsichtlich der Dünndarmbewegung bin ich durch eine umfassende Reihe von Versuchen zu sehr erfolgreichen Resultaten gelangt.

62. Reizt man das Rückenmark vom obern Lendenmark an bis zur *Medulla oblongata* mit einer Nadel, und zwar dessen vordern (untern) Strang, nach dem Tode eines Thieres, nachdem die sog. peristaltische Bewegung, die in Folge des Luftzutritts entsteht, aufgehört hat, so fängt diese wieder in Folge des angewandten Reizes an. Oeftere Wiederholung der Reizung hat eine ganze Zeit lang dieselben Folgen. — Hingegen bringt Reizung des hintern Stranges wenige oder keine Bewegung hervor.

63. Oeffnet man bei einem lebenden Säugethier das Rückenmark und die Bauchhöhle, so vermehrt Reizung des erstern mit einer Nadel gewöhnlich die Darmbewegung der Art, dass er sich aufbläht und langsam weiter

bewegt. Sogar entstehen manchmal wirklich peristaltische Bewegungen.

Ich erlaube mir hier die Bemerkung, dass durch eine grosse Anzahl von Versuchen ich mich überzeugt habe, dass während des Lebens im normalen Zustande der Darm sich nie wurmförmig bewegt, sondern seine ganze Bewegung in nichts Anderem, als im Dehnen und Erschlaffen besteht. Nur bei Reizungen erfolgt im Leben ebenso peristaltische Bewegung, wie dies kurz nach dem Tode der Fall ist. Ferner ist die Darmbewegung im Leben sehr gering und wird sehr selten durch blossen Luftzutritt vermehrt. Man öffnet die Bauchhöhle während des Lebens und sieht oft nicht die geringste Bewegung; nun stirbt das Thier und jetzt beginnen, trotz dem, dass schon lange Zeit die Luft Zutritt hatte, die *Motus peristaltici.* Vgl. meinen Aufsatz über Darmbewegung im ersten Hefte des Organs etc.

64. Hat man blos die Haut auf dem Bauche eines lebenden Thieres entfernt und reizt sodann das Rückenmark in der Rückengegend, so sieht man oft sehr deutlich, wie sich der Bauch ungeheuer aufbläht.

65. Durchschneidet man in der untern Brustgegend das Rückenmark, und nimmt zur bessern Untersuchung einen Wirbel hinweg, so bringt Reizung des Rückenmarks nach hinten (nach dem Schwanze des Thieres zu) Bewegung des Darmes, nach vorn Bewegung des Magens hervor. — Auch bei getödteten Thieren sieht man von Neuem den *Motus peristalticus* auf diese Weise entstehen, nachdem er schon aufgehört hatte.

66. Durchneidet man in der untern Brustgegend das Rückenmark und lässt das Thier am Leben, so erfolgt doch jedesmal der Tod, bei Kaninchen früher, bei Hunden später. Oeffnet man gleich nach dem letzten Athemzuge die Bauchhöhle, so bewirkt der Luftzutritt eine viel schwächere Bewegung als dies sonst der Fall ist. Reizungen des *Ganglii coeliaci* und des Rückenmarks selbst

wirken entweder gar nicht mehr oder doch nur äusserst wenig auf Vermehrung der Darmbewegung. — Constant ist die innere Fläche des Dünndarms trocken. Der Magen und der Dickdarm sind mit Stoffen angefüllt, der Dünndarm leer.

67. Bei getödteten Thieren wird die erloschene peristaltische Bewegung durch Reizung beider Hemisphären des kleinen Gehirns mit Nadelstichen oder *Kali causticum* wieder angefacht.

68. Reizung der *Corpora quadrigemina* vermehrt ebenfalls die Bewegung des Dünndarms.

69. Endlich bewirkt in geeigneten Thieren Reizung der gestreiften Körper und der Sehhügel Vermehrung dieser Bewegung und ruft die erloschene von Neuem hervor. Obwohl ich von beiden Seiten dieser Organe diese Wirkung gesehen habe, so beobachtete ich sie doch öfter und deutlicher an der rechten als der linken.

Zuweilen kommt es vor, dass Reizung der gestreiften Körper Bewegung verursacht und die der Sehhügel nicht. In meiner Abhandlung über die Sympathien habe ich dies als etwas Constantes angegeben, was jedoch keineswegs der Fall ist. Ich habe seit der Bekanntmachung jener Abhandlung diese Versuche unzählige Mal wiederholt und mich von der Richtigkeit obiger Sätze überzeugt. Ich muss aber wiederholt bemerken, dass wegen der Verschiedenheit der Erregbarkeit und oft wegen des schnellen Verschwindens derselben nach dem Tode man diese Beobachtungen nicht bei jedem Thiere machen kann; es ist daher erforderlich, eine grosse Anzahl von Thieren zu diesen Versuchen zu opfern; aber dann wird man auch Thierindividuen finden, in welchen man 15 bis 20 Minuten lang diese schönen Experimente in aller Ruhe und zu voller Ueberzeugung wiederholen kann.

Die Nerven, welche die Darmbewegung veranlassen, entspringen also in den gestreiften Körpern, gehen durch die Sehhügel, Vierhügel,

das kleine Gehirn, ins verlängerte und Rückenmark, liegen vorzugsweise in dessen vorderem (unterem) Strange, gehen durch die Ganglien des *N. Sympathicus*, und enden in der Muskelhaut des Darms.

70. Keine Art von Reizung, welche man auf die Brücke oder die Hemisphären des grossen Gehirns anwandte, war im Stande, die geringste Vermehrung der Darmbewegung zu veranlassen.

Durch diesen Nervenverlauf kommt es, dass die Bewegung des Dünndarms ebenso wie die des Magens während des Lebens sehr gering und der Willkühr gänzlich entzogen ist.

Zur Erklärung mancher krankhaften Erscheinungen trägt die Kenntniss des Verlaufs der Darmnerven bei. Ich erwähne nur ein Beispiel; die Aehnlichkeit zwischen Wurmzufällen und *Hydroceptatus acutus.* Rufen wir uns nur einmal von dem Heere von Symptomen, welche bei *Helminthiasis* vorkommen, einige ins Gedächtniss und es wird uns Manches deutlich vorkommen, was uns früher räthselhaft schien. So das Jucken in der Nase, die Speichelabsonderung, die blauen Ringe unter den Augen, der Schleimüberzug über der Zunge, das Zähneknirschen, die Pupillenerweiterung, — lauter Erscheinungen, welche auf ein Mitleiden des *N. trigeminus*, dessen Fasern ins kleine Gehirn, in die Vierhügel verfolgt werden können, hindeuten. Wir werden bei den Bewegungen der Geschlechtstheile noch einmal ganz ähnliche Beziehungen wieder finden, die ganz ebenso zu erklären sind. Wenn wir ferner hören, dass oft Bewegungen wie im Veitstanz, Schwindel, Verdrehungen der Augen, Veränderung im Urin, unwillkührlicher Abgang des Urins, Erektionen etc. etc. bei Wurmkrankheit vorkommen, so erkennen wir zu deutlich die Einwirkung aufs kleine Gehirn, wie noch mehr aus den folgenden Untersuchungen hervorgehen wird. Und sollen wir uns denn auch wundern, dass das

Centralnervenende an der Affection der peripherischen Nerven Theil nimmt, da wir ja von dort aus oft durch die unbedeutendsten Reizungen nach dem Tode auf diese einzuwirken im Stande sind? wenn wir durch Valentins Beobachtungen wissen, dass Reizung des *N. trigeminus* die Därme wirklich in Bewegung zu setzen vermag? *(l. c. §. 148. 2.)*

Das wäre noch ein würdiger Gegenstand zur Forschung, wie das Verhältniss zwischen der Reizung am centralen und der Wirkung am peripherischen Nervenende und umgekehrt sich herausstellte. Hierdurch würde auch sich die Unterscheidung beider oben genannten Leiden auf rein wissenschaftlichem Wege auffinden lassen

§. 15.

Bewegung des Dickdarms.

Der obere Theil des Dickdarms lässt sich von denselben Stellen aus und in derselben Art in Bewegung setzen, wie der Dünndarm. Was von diesem galt, gilt auch von jenem. Anders ist es mit dem untern Theile, der zweiten Hälfte des *Kolon* nämlich und dem Mastdarme. Wenn wir also von Dickdarm hier sprechen, ist auch nur dieser eben genannte Theil desselben gemeint.

71. Einer eben getödteten Katze wurde die Bauchhöhle und der ganze Schädel geöffnet. Der Dickdarm war ganz ruhig; der Reiz der Luft hatte nicht den geringsten Einfluss auf seine Bewegung. Ich begann nun, das grosse Gehirn auf beiden Seiten oberflächlich und tief bald mit der Nadel, bald durch *Kali causticum* zu reizen. Der Dickdarm rührte sich nicht. Ich trug die beiden Hemisphären ab mit dem *Corpus callosum.* Ich reizte die gestreiften Körper, die Sehhügel, drang mit den Reizmitteln bis zur *Basis* des Gehirns. Es entstanden Bewegungen des Dünndarms, bald hier, bald dort;

aber der Dickdarm blieb ruhig. Ich kam an die Vierhügel, auch jetzt zeigte sich keine Veränderung. Nun reizte ich ganz oberflächlich das kleine Gehirn mit *Kali causticum* und alsbald zog sich der Dickdarm auf und ab, bald mehr gegen den Magen, bald mehr gegen den After hin. Ich bemerkte, dass die Bewegung um so stärker war, je mehr ich mich dem Wurme näherte; und um so schwächer und undeutlicher, je mehr ich mich davon entfernte. Ich hörte auf zu reizen und auch die Bewegung hörte auf; ich begann von Neuem und der Dickdarm bewegte sich wieder. Ich durchschnitt in der untern Brustgegend das Rückenmark, reizte nach einiger Zeit wieder das kleine Gehirn, es entstand keine Spur von Bewegung des Darms. Ich reizte unter der Durchschnittsstelle das Rückenmark, der Darm bewegte sich; ich reizte nach vorn jenseits der Durchschnittsstelle, er blieb ruhig.

72. Eine Katze wurde durch Erstickung getödtet; die Bauchhöhle geöffnet; der erste Lendenwirbel weggenommen und das Rückenmark unversehrt blosgelegt. Ich begann meine Reizungen; der Mastdarm war bis jetzt ganz ruhig gewesen; es dauerte aber kaum 3 Sekunden, so sah ich die lebhafteste Bewegung, — selbst bei oberflächlicher Reizung. Der Darm schnürte sich ein und dehnte sich wieder aus, oder er hob sich in grössern Bogen in die Höhe und blähte sich gleichzeitig etwas auf, oder er ging wie ein Pumpenstock auf- und abwärts, nach Magen und After hin. — Reizungen in der Tiefe gegen den vordern Strang hin brachten zwar Bewegungen, jedoch nicht so starke, als oberflächliche Reizungen hervor.

Letztere Erscheinung zeigte sich jedoch nicht constant. Vielmehr habe ich auch manchmal bemerkt, dass Reizungen der untern (vordern) Rückenmarkshälfte mehr auf den Dickdarm wirkten, als solche der obern (hintern) Hälfte.

Ich habe unzählige Mal oben erwähnte Versuche wiederholt. Der Erfolg blieb sich gleich. Ich habe gefunden, dass kein Organ des Unterleibs so leicht und so lange vom Gehirne aus zu Bewegungen zu erregen ist, als grade der Mastdarm. Dabei ist es doch sehr auffallend, dass nach dem Tode eines Thieres der Mastdarm sich fast gar nicht bei dem Luftzutritt bewegt, während doch die Dünndärme eben nach dem Tode erst recht thätig werden und sogar viel thätiger, als im Leben. Dahingegen ist der Mastdarm im Leben viel leichter beweglich, schon durch blossen Zutritt von Luft. Bei jungen und niedern Thieren ist er ähnlich dem Herzen und ganz verschieden vom Darme beweglicher im Leben, als bei ältern und höhern; — natürlich im Verhältniss zur Bewegung des Dünndarms. Kinder haben häufiger Kothentleerung nothwendig, als Erwachsene, was, wie ich in meinem schon mehrmals erwähnten Aufsatze auseinander gesetzt habe, keineswegs von der rascheren Ernährung, sondern von der grössern Beweglichkeit des Mastdarms abhängt.

Auch sogar bei Fröschen habe ich zuweilen, doch bei weitem nicht immer die Bewegung des ganzen Darmkanals vom Magen bis zum Mastdarme vom kleinen Gehirne aus hervorgebracht. Man kann also hier diesen interessanten Versuch auf leichte Weise wiederholen. Aber, wie gesagt, nicht bei allen Fröschen sieht man diese Bewegung; zur nöthigen Ueberzeugung ist es daher erforderlich, eine grössere Menge dieser Thiere zum Versuche anzuwenden.

73. Man öffne zuerst den Bauch, dann mit einem einfachen Federmesser den Hinterkopf. Der Frosch liege auf dem Bauche, man kann sehr gut die Därme etwas zur Seite bringen und daher gleichzeitig diese und das Gehirn vor Augen haben. Zuweilen, doch selten, vermehrt der Luftzutritt die Bewegung der Gedärme. Ist diese vorüber, so steche man mit einer feinen Nadel in

beide Hemisphären des kleinen Gehirns und nun sieht man oft recht deutlich den Magen, den Dünn- und Dick-darm sich zusammenziehen und fortbewegen; am meisten sah ich aber Magenbewegungen.

Die Nerven des Mastdarms, durch welche bekanntlich die Kothentleerung zu Stande gebracht wird, endigen also im kleinen Gehirne; und gehen nicht wie die des Magens und Dünndarms bis zu Theilen des grossen Gehirns über, was nicht unwichtig hinsichtlich des Willenseinflusses ist, wovon §. 18.

Nach Durchschneidung des Rückenmarks erfolgt in der allergrössten Mehrzahl der Fälle keine Kothentleerung mehr, es ist, wenn es geschieht, als Ausnahme zu betrachten, wie mich eine grosse Anzahl von Versuchen gelehrt hat. Die Ursache ist leicht einzusehen. Die Kothentleerung entsteht dadurch, dass der Mastdarm sich bewegt und dadurch sein Inhalt gegen den After hin getrieben wird, dieser Druck wird empfunden und erregt Zusammenziehung des *Sphincter ani*, welcher willkührliche Bewegungen der Bauchmuskeln folgen, um der Contraction des *Sphincter* entgegenzuwirken. Da nun nach Durchschneidung des Rückenmarks die Empfindung sowohl als die willkührliche Bewegung aufgehoben ist, da ferner durch diese Operation die Mastdarmbewegung abnimmt, so ist erklärlich, warum selten Koth entleert wird. Ist aber bei einzelnen Thieren die Mastdarmbewegung unverhältnissmässig stark, so kann es auch vorkommen, dass dennoch Entleerung erfolgt, was ich in der That einige Mal beobachtet habe. Aber auch nur dann, wenn die Mastdarmbewegung so kräftig ist, dass dadurch die durch dieselbe erst entstehende (keineswegs immer vorhandene, wie man gewöhnlich glaubt) Contraction des *Sphincter* überwunden wird, was aber nur seltne Ausnahme ist, kann Entleerung nach der Durchschneidung vorkommen.

Bei dem Menschen und den Säugethieren erfolgt die

Kothentleerung sehr langsam oder gar nicht, wenn das grosse Gehirn gedrückt oder gar zerstört ist. Dass bei Apoplexien, bei allen sog. organischen Krankheiten des grossen Gehirns eine hartnäckige Verstopfung zu den gewöhnlichsten Erscheinungen gehört, ist eine bekannte Sache. Da nun keine Reizung dieses Hirntheils im Stande ist, den Mastdarm zu bewegen, so schliessen wir, dass bei Säugethieren und dem Menschen das grosse Gehirn wie allen Bewegungsnerven, so auch denen des Mastdarms die Fähigkeit, Bewegung zu veranlassen, mittheilt.

Vögel, denen Flourens die Gehirnlappen nahm, leerten noch Koth aus (A. a. O. p. 29). Säugethiere, denen ich die Hemisphären wegnahm, blieben verstopft bis zum Tode. Also auch hier zeigt sich bei Vögeln schon keine Abhängigkeit der Bewegung vom Gehirne mehr, ebenso wie wir es bei den freiern Bewegungen gefunden haben.

Die Bewegung des Mastdarms erfolgt:

1) als eine fortgesetzte Bewegung vom Magen aus. Die Magenbewegung theilt sich wie eine jede in cylindrischen Muskeln den nächsten Fasern immer mit, und befördert dadurch den Inhalt bis zum After. Hier wird die Empfindung rege und es entstehen Bewegungen, um die durch den Andrang des Kothes noch vermehrte Zusammenziehungskraft des *Sphincter ani* zu überwinden. So erfolgt nun die Entleerung.

2) durch Reizung des Mastdarms bei Krankheiten desselben z. B. Ruhr etc.

3) vom kleinen Gehirne und Rückenmarke aus, durch *Laxantia*, Gemüthsaffecte, Krankheiten dieser Theile etc.

Vgl. Organ für d. ges. Heilk. Bonn 1811. Heft I. p. 122.

§. 16.

Bewegung der Harnblase.

Die Bewegung der Harnblase unterliegt ganz ähnlichen Gesetzen, wie die Bewegung der übrigen Unterleibsorgane, ich werde darüber an einem andern Orte handeln, und hier nur den Einfluss der Centralnerventheile auf dieselbe erwähnen.

74. An mehr als 60 Säugethieren der verschiedensten Klassen habe ich gleich nach erfolgtem Tode die Bauchhöhle und die Schädelhöhle eröffnet, und ausserdem bei einzelnen bald diese, bald jene Stelle des Rückgraths. Zuweilen zeigt die der Luft ausgesetzte Blase nach dem Tode eine recht starke Bewegung, zuweilen nur ein geringes Aufblähen und Erschlaffen und zuweilen keine Spur davon. Durch Reizung der gleich zu nennenden Gehirnstellen konnte ich auch nicht immer Bewegung veranlassen, wenn sie erloschen oder gar nicht zugegen war, aber doch oft genug, um mit Bestimmtheit das Resultat aussprechen zu können. Niemals bewirkte Reizung der Hemisphären des grossen Gehirns, der Sehhügel, gestreiften Körper, Vierhügel, die geringste Blasenbewegung. Erst vom kleinen Gehirne aus konnte ich diese bewirken und hier ist es denn wieder an beiden Hemisphären eine Stelle, von der aus die Reizung am häufigsten und deutlichsten sie hervorrief, nämlich an der Stelle, wo das verlängerte Mark durch die Seitenstränge (*Corpora restiformia*) in das kleine Gehirn übergeht. Ich habe an manchen Thieren wohl zehn Mal und mehr wiederholt dieselbe Wirkung gesehen. Sonderbarer Weise bemerkte ich, dass bei einiger Reizung der rechten Seite, bei andern die der linken stärkere Bewegung veranlasste. Auch durch Reizung in der Nähe des Wurmes sah ich diese entstehen, jedoch nicht so häufig und nie so stark. Endlich in der ganzen Länge des Rückenmarks besonders in der untern (vordern) Hälfte sah ich nach Reizung

die Blase sich bewegen, vorzüglich je näher ich der Blasengegend selbst kam. Die Reizung geschah mit der Nadel und mit *Kali causticum.*

Somit sind also die Centralenden der motorischen Blasennerven ebenfalls im kleinen Gehirne, vorzugsweise aber in der Vereinigungsstelle dieses Gehirntheils mit dem verlängerten Marke.

Nach Durchschneidung des Rückenmarks erfolgt eben so selten, als die Kothentleerung, die des Urins, doch habe ich auch diese grade so wie jene beobachtet; irre ich aber nicht, so geschah dies immer kurz vor dem Tode.

§. 17.

Bewegung der Geschlechtstheile bei beiden Geschlechtern.

75. Durch einen glücklichen Zufall machte ich die schöne Beobachtung, dass sich bei einem alten männlichen Kater, dessen Hoden in der Bauchhöhle lagen, gleich nach dem Tode des Thieres diese Theile jedesmal bewegten, wenn ich mit dem Messer oder *Kali causticum* das kleine Gehirn reizte. Die Wirkung war der Art, dass auf Reizung des reehten Lappens des kleinen Gehirns und der rechten Hälfte des sogenannten Wurmes jedesmal Bewegung des linken Hodens folgte und umgekehrt. Die Reizung brauchte nur ganz oberflächlich zu geschehen. Die Bewegung der Hoden war bei diesem Thiere so unzweideutig, dass kein Gedanke sein konnte, daran zu zweifeln. Die Hoden lagen, nachdem ich rasch den ganzen Schädel und die Bauchhöhle geöffnet hatte, ganz ruhig da, zeigten nicht die geringste Bewegung. Als ich nun die eine Seite des kleinen Gehirns reizte, schwoll der entgegen gesetzte Hoden auf, verliess seine Stelle, und richtete sich so in die Höhe, dass er mit dem Saamenstrange einen rechten Winkel bildete, dessen eine

Linie nach vorn stand. Hörte ich auf zu reizen, so legte sich der Hoden wieder hin; reizte ich von Neuem, so sah ich dieselbe Bewegung. Ich liess meinen Gehülfen reizen, und befahl ihm bald: bewege mir den rechten Hoden, es geschah, oder bewege mir den linken Hoden, es geschah wiederum; weil er wusste, welchen Theil des kleinen Gehirns er zu reizen habe, um das Gewünschte zu vollziehen. Mein Gehülfe sagte mir ferner, wenn er seine Augen nicht von den Hoden entfernte, „jetzt sind Sie auf der rechten Seite, jetzt wieder auf der linken," etc. So bestimmt, so deutlich war dieser Versuch, den ich sicher eine halbe Stunde fortsetzte mit immer gleichem Erfolge. Nach der ersten Reizung dauerte es noch nicht 3 Sekunden, ehe Bewegung folgte, später war der Zeitraum immer länger, nach welchen sich Bewegung einstellte. Auch dauerte die Bewegung nur kürzere Zeit und nahm immer mehr ab. Abwechselnd mit dem kleinen Gehirne reizte ich das grosse Gehirn, die Vierhügel, die Sehhügel, die gestreiften Körper zu beiden Seiten, — aber ich habe nie gesehen, dass die geringste Bewegung erfolgte, wenn ich diese Theile reizte. Ich habe bei der ersten Bekanntmachung dieses interessanten Versuches (Müllers Archiv 1839. p. 389 fg.) das Letztere anzumerken vergessen, obwohl man aus dem daraus gezogenen Resultate: dass die Hodennerven ihren Endpunkt im kleinen Gehirne haben, dies entnehmen konnte.

Ich habe seit dieser Zeit bei keinem aller männlichen Thiere, welche ich zu Versuchen gebrauchte (und das war eine zahllose Menge,) unterlassen, nach erfolgtem Tode mich zu überzeugen, ob der Versuch sich auch bei allen bestätige. Ich habe aber keineswegs bei allen Bewegung des Hodens oder des *Ductus deferens* gesehen, bei vielen keine Spur. Jedoch bei einer sehr grossen Anzahl, wenigstens bei 50, habe ich mich auf das Gewisseste überzeugt, dass im kleinen Gehirne die

Bewegungsfasern für den *Ductus deferens* und die Hoden ihr Centralende haben.

Am *Ductus deferens* sah ich auf und absteigende Bewegungen, ein Aufschwellen und Zusammensinken eines ganzen Stückes, aber niemals eine wahrhafte peristaltische Bewegung. Am Hoden sah ich gewöhnlich ein Aufblähen des ganzen Organs, zuweilen jedoch sah ich auch Vertiefungen hier und dort entstehen.

Gewöhnlich schwindet nach dem Tode die Reizbarkeit dieser Theile rasch, wie man dies ebenso bei den Muskeln für die freiere Körperbewegung, am Herzen, nicht selten am Magen, Dickdarm und sogar an den Dünndärmen beobachtet.

Am geeignetsten zu diesen Versuchen fand ich recht alte Thiere, welche einige Tage gefastet hatten; auch bei einem jungen Kater, der zwei Tage nichts gefressen hatte, sah ich die Bewegungen sehr deutlich und bestimmt.

Wahrscheinlich kommt auch viel auf die Individualität des Thieres an, indem sicher wie bei Menschen so bei Thieren eine grosse Verschiedenheit obwaltet. Bei wollüstigen Thieren möchte die Bewegung leichter erfolgen. Doch ist dies bloss Vermuthung. Ich hatte keine Gelegenheit, bei einem Hengste solche Versuche anzustellen, was doch gewiss interessant wäre.

Bemerkenswerth war noch ein Versuch an einem alten, lebenden Kaninchen. Ich hatte diesem Thiere das kleine Gehirn und die Hoden blossgelegt. Als ich mit einer Nadelspitze den linken *Lobus* des kleinen Gehirns ganz oberflächlich stach, schwoll der rechte Hoden und sein *Ductus deferens* zog sich nach oben; eben so bewegten sich diese Theile linker Seite, als ich das rechte kleine Gehirn reizte. Einige Zeit lang fortgesetzt, hatte jedoch die Reizung nicht mehr den geringsten Erfolg.

An der Wahrheit und Richtigkeit des oben erwähnten Resultats darf also nicht mehr gezweifelt werden, da so entschiedene Thatsachen dafür sprechen.

Ich habe auch einige Mal die deutlichste Bewegung des *D. deferens* und Hodens vom Rückenmarke aus erregt.

Endlich habe ich beobachtet, dass bei Thieren, bei welchen ich jene Bewegungen durch das kleine Gehirn antrieb, keine Reizung mehr wirkte, sobald das Rückenmark einfach durchschnitten wurde.

Hieraus können wir nun folgern, dass die Bewegung des *Vas deferens* (die nach des trefflichen Valentin Beobachtungen von dem untersten Lenden- und dem ersten Sakral-Ganglion aus durch Reizung hervorgebracht werden kann) und des Hodens nicht vom *N. sympathicus*, sondern vom kleinen Gehirne ausgeht; in welchem Gehirntheile die motorischen Nerven für jene Organe beginnen und durch das Rückenmark zu ihnen gelangen.

Wie überall aber neben den motorischen Nerven die sensiblen gepaart liegen, so ist kein Zweifel, dass es auch mit den Hodennerven ebenso der Fall sein wird. (Ich hoffe, dies in einem der folgenden Hefte experimentell nachweisen zu können.). Dasselbe Nervenspiel, was sich im ganzen Körper zwischen Empfindung und Bewegung zeigt, es kann auch hier nicht fehlen.

Nun habe ich gar oft beobachtet, dass Reizung des *Penis* bei Thieren Bewegungen des *D. deferens* nach sich zog. *) Daraus glaube ich auch schliessen zu dürfen, dass die sensiblen Nerven des *Penis* ihr Centralende im kleinen Gehirne haben. Jede Reizung des *Penis* wird daher auch das andere Nervenende im kleinen Gehirne mitreizen. Zu häufige Reizungen, zu häufige Samenentleerungen werden nicht allein schädlich auf die Ge-

---

*) Diese interessante Beobachtung schliesst sich an zwei andere an, die ich gemacht habe und, wenn sie vervollständigt und oft genug wiederholt sind, bekannt machen werde. Hier seien sie kurz erwähnt: Nach Reizung der *Urethra*-Mündung sah ich Bewegungen des Blasengrundes, nach Reizung der *Clitoris* Bewegung der *Cornua Uteri* entstehen.

schlechtstheile selbst, sondern vorzugsweise auf ihre Centralenden wirken, bei übertriebenem Geschlechtsgenusse, bei dem widrigsten aller Laster, der Onanie werden häufig Krankheiten des kleinen Gehirns sich einstellen.

In der That zeigt die Erfahrung dies vollkommen bestätigt. Es gibt erstens sehr viele Männer, welche Spannung und Schmerz im Hinterhaupte nach der Begattung empfinden. Woher rührt diese bekannte Erscheinung? Bei jeder Reizung eines Nerven tritt Hemmung im Blutlaufe an der gereizten Stelle ein, die Venen schwellen an, die Arterien klopfen stärker. Ich werde an einem andern Orte später diesen wichtigen Gegenstand abhandeln, hier genüge die Thatsache. Der alte Satz: *Ubi irritatio, ibi affluxus humorum* behält, richtig verstanden, seine Geltung.

Vgl. übrigens Home in Meckels Archiv. III. p. 139.

Nicht bei jedem Menschen folgt mit gleicher Leichtigkeit und Schnelligkeit der Reizung eines Empfindungsnerven auch die eben genannte Veränderung des Kreislaufs. Man weiss sehr gut aus dem gemeinen Leben, dass bei dem Einen durch einen ganz leisen Schlag die Haut schon stark roth wird, dass diese Flecke oft Tage lang bleiben, während man bei einem andern fast gar keine Veränderung wahrnimmt. Bei vielen liegt das schon in der Organisation begründet; man hört ja oft genug sagen, dass der eine Mensch empfindlicher als der andere sei. Bei Andern hingegen nimmt die Empfindlichkeit ab durch öfters wiederholte stärkere Reize; und dieser Abnahme entspricht auch das spätere Auftreten des veränderten lokalen Blutlaufs. Die Haut eines Menschen, der viel schwere Arbeit thut, wird nicht so leicht roth, wenn man darauf schlägt, als die Haut eines zarten, an Arbeiten nicht gewöhnten Mädchen. Ebenso entstehen bei alten Onanisten, bei alten Wollüstlingen Erectionen, welche bekanntlich von Veränderungen im Blutlaufe

zunächst herrühren, erst nach längerer Reizung; (man verwechsele nicht Erectionen mit Samenausleerungen!) hingegen bei aufgeregten Menschen, welche sich im Sinnesgenusse noch nicht erschöpft haben, sehr rasch.

Anders aber ist das Verhältniss zwischen Bewegung und Empfindung. Wenn letztere aufhört, fängt erstere oft an. Wenn der heftigste Schmerz nachlässt, entstehen Zuckungen; wenn der Magenkrampf aufhört, entsteht Erbrechen; wenn der Gesichtsschmerz aufhört, öfters Weinen und Niesen; wenn die Colik aufhört, Durchfall. Hingegen stockt die Bewegung während des grössten Schmerzes. Sehr schmerzhafte Wehen befördern den Kindskopf nicht weiter etc. Wo die Empfindung aufgehoben ist, entstehen leicht Zuckungen, so in gelähmten Gliedern viel eher als in andern. Ja der innere Erhaltungstrieb sucht Bewegungen zu erzeugen, um den Schmerz zu paralysiren. Der von Schmerz Gefolterte wälzt sich umher, wirft sich von einer Seite zur andern etc. etc.

Ist daher in den peripherischen Empfindungsnerven der Geschlechtstheile die Empfindung durch zu öftere Reizung (oder auch angeborne) abgestumpft, so folgt dennoch die entsprechende Bewegung sehr leicht und leichter als die Blutstockung. Bei Onanisten und andern alten Sündern erfolgt daher nach Reizung des *Penis* viel eher Samenerguss durch Bewegung des *Ductus deferens* und Hodens als Erektion.

Die Bewegung nach Empfindung wird aber, wie wir wissen, nicht in der peripherischen Ausbreitung der Nerven bewerkstelligt, sondern in der centralen. Wo also jene erfolgen soll, müssen die Centraltheile erregt sein. Die Centraltheile der Geschlechtsnerven liegen im kleinen Gehirne. Hier werden also die motorischen Fasern durch die Empfindungsfasern erregt. An jeder Erregung nehmen die Blutgefässe Theil. Bei kräftigen Menschen und bei solchen, welche den Geschlechtstrieb nicht zu oft befriedigen, wird die Veränderung im Kreislaufe mit der

vollbrachten Bewegung aufhören. Wird aber der Sinnenliebe zu häufig gefröhnt, so geht die Ausgleichung langsamer von Statten und solche Menschen bekommen eine Zeit lang nach der Entleerung des Samens Kopfschmerz, weil die angeschwollenen Adern auf die empfindungsfähigen Hirnhäute andrücken.

Wie also ferner durch zu häufige Samenentleerungen Apoplexien des kleinen Gehirns, wie Entartungen der Häute, wie organische Fehler dadurch entstehen können, kann man sich auf diese Weise erklären.

Gleich nach der Befriedigung des Geschlechtstriebes trat in einem Falle von Serres (*Magendie Journal II. p.* **173**), in einem von Andral (*Clinique méd. V. p.* **668**) Apoplexie ein, in einem von Guiot (*Andral l. c. p.* **673**) gingen derselben unmittelbar Erektionen und Pollutionen vorher; in einem andern von Serres (*l. c. p.* **176**) war der Befallne ein höchst ausschweifender Mensch. Segalas d'Etchepare beobachtete, dass häufig Erektionen und Samenergiessungen erfolgten, wenn er ein Stylet in die *Medulla oblongata* und weiter herab bis zum Lendenmark stiess; während er keine Wirkung sah, wenn er blos das kleine Gehirn verletzte. (*Magend. Journ. IV. p.* **293**.) Ich bezweifle die Richtigkeit der Beobachtung durchaus nicht; kann aber noch hinzufügen, dass ich dennoch durch Verletzung des kleinen Gehirns bei Säugethieren nicht nur, sondern auch bei Insecten deutliche Wirkung auf die Genitalien gesehen habe. Letztere bringen bei dem Einstechen einer Nadel in den vordern Theil des kleinen Gehirns oft ihren *Penis* zum Vorschein, erstere haben nicht selten nach der Operation mittelst Einstechens eines Troikarts Erectionen.

Ich habe einen Mann in Behandlung, bei dem ich die Verbindung zwischen kleinem Gehirne und Hoden auf auffallend deutliche Weise beobachten konnte. Dieser Mann hat ein sehr reizbares Temperament, ist jedoch nicht ausschweifend. Er bekam schon früh Pollutionen,

welche sich so häufig wiederholten, dass sie jede Woche 4—5 Mal erschienen. Ein Arzt rieth ihm, sich zu verheirathen. Dies geschah. Er befriedigte mässig den Geschlechtstrieb; aber zeugte keine Kinder. Er erzählte mir, dass er seit seiner Vermählung zuweilen Schmerzen im Hinterkopfe gespürt habe, welche jedesmal nach einem Samenerguss eingetreten wären, einerlei ob durch *Coitus* oder Pollution. Erectionen kämen sehr selten, oder doch keine vollständigen, er könne daher keine Kinder zeugen. Er hätte sich schon längere Zeit nach eignem Gutdünken des Beischlafs enthalten; aber die Pollutionen seien nicht geschwunden. Der Kopfschmerz trat so bestimmt nach einer Pollution ein, dass er aus jenem auf diese immer schliessen konnte. Hatte er keine Pollution, so fehlte auch der Kopfschmerz; und empfand er des Morgens diesen, so konnte er sich immer überzeugen, dass ihm Samen abgegangen war. Hatte er den Beischlaf ausgeübt, so hatte er des ganzen andern Tages ein blödes Gesicht und war in seiner Gemüthsstimmung so überaus zerrüttet, dass er sich oftmals, wie er mich versicherte, den Tod wünschte, dass er, der lebhafte thätige Mann, eine übergrosse Gleichgültigkeit gegen Alles, was ihm sonst werth war, in sich fühlte, dass er sich wie von bösen Geistern verfolgt glaubte, in der schrecklichsten Angst *) befand, als wäre er von den fürchterlichsten Gewissensbissen gequält. Er war dabei so ermattet in

*) Ich hatte ein junges Mädchen in Behandlung, welches an sehr schmerzhafter Menstruation litt. Schon einige Tage vor dem Eintritte derselben hatte es in der Gegend des Uterus und der Ovarien ein höchst quälendes Zusammenkneifen. Es kam in Paroxismen ungeheuer rasch, nachdem das Mädchen kurz zuvor noch gar Nichts empfunden hatte. Mit diesem plötzlichen Eintritte überfiel die Kranke eine so fürchterliche Angst, dass sie alles Schreckliche, was sie sich nur denken konnte, vor sich sah. Mit dem Schmerz, der rasch verging, schwand ebenso rasch diese Angst. Noch auffallender war es, dass dasselbe Mädchen, wenn es aus einer andern Ursache in Schreck oder Angst gerieth, jedesmal auch diesen Schmerz in der Gegend des Uterus empfand.

Armen und Beinen, dass er glaubte, keine Hand aufheben, keinen Schritt gehen zu können. Noch eine auffallende Erscheinung ist bemerkenswerth. Obwohl er nämlich trotz aller üblen Stimmung und allen Schmerzes sein vollkommnes Bewusstsein hatte, so kam es ihm doch nicht selten, dass er ein andres Wort schrieb, als er wollte, und obgleich er wusste, dass er es schrieb, doch gleichsam dazu genöthigt war, es zu thun. — Es existiren mehrere ganz ähnliche Beobachtungen. Ich kann nur eine anführen, da ich meine Notizen darüber nicht auffinden kann. Home (Meckels Archiv III. p. 115) erzählt, dass ein Mann in Folge eines Druckes auf den linken hintern Hirnlappen ausser andern Erscheinungen unfähig wurde, das Wort zu sprechen, welches er wollte, so dass er andere hervorbrachte und ungeachtet er es wusste, den Fehler doch nicht verbessern konnte. — Die Ursache liegt augenscheinlich darin, dass wegen Krankheit des kleinen Gehirns diejenigen zweckmässigen Bewegungen, welche einer gewissen Vorstellung als nothwendig folgen, nicht entstehen, sondern andere, als ob eine andere Vorstellung vorausgegangen wäre.

Keine andere Veranlassung hatte bei unserm Kranken im Anfange seines Leidens übrigens jenen Schmerz zur Folge. Später aber trat er nach jeder starken Ermüdung, nach dem Genusse geistiger Getränke, gewürzter Speisen etc., und auch jedesmal bei leerem Magen ein. Gut bekamen ihm Fleisch, Eier und alle rein nährende und nicht erhitzende Speisen; sowie auch *Tonica*, namentlich Eisen und China neben einer geregelten Diät und grosser Enthaltsamkeit, sein Leiden fast ganz verscheucht haben, welches ihn vier Jahre lang gequält hatte.

Wie die peripherischen Enden der Geschlechtstheile auf ihre centralen, so wirken auch wiederum diese auf jene ein.

Der Trieb zur Geschlechtslust liegt in jedem Thiere. Er erwacht in bestimmten Jahren und erlischt später wieder. Jeder Trieb hat seinen körperlichen Sitz, wie wir wissen, im grossen Gehirne, so wenigstens bei Säugethieren und Vögeln. Amphibien sollen sich noch nach der Enthauptung begatten können (**Burdach** a. a. O. III. p. 75). Die Liebkosungen des Hahnes sind aber dem Huhne ohne Gehirnlappen gleichgültig (**Flourens** a. a. O. p. 84).

Der innere Trieb oder sein Organ, die Hemisphären des grossen Gehirns, wirken (wie überall) auf die Centralenden der Geschlechtsnerven im kleinen Gehirne, und dadurch entsteht die Geschlechtslust. Die Veranlassung, dass er rege wird, ist durch die Organisation der Hoden bewirkt. Bei der Reife des Thieres sondern diese Samen ab, welcher eine andere Beschaffenheit als der frühere hat. Der vollkommnere Samen wirkt erregend auf die Empfindungsnerven der Genitalien; und in Folge dieser Erregung entstehen nicht nur die zweckmässigen Bewegungen zur Entleerung des Samens, sondern auch diejenigen Bewegungen, welche dem Männchen dazu dienen, ein Weibchen sich zu suchen. Der Einwirkung des Samens auf die Empfindungsnerven werden wir nicht bewusst, ebenso wenig, wie des Bebens der Muskeln, oder wie des Klopfens der Arterien in der Haut. Ist der Trieb geweckt, so muss das Thier ihn befriedigen, es wird unwiderstehlich hingezogen, bis es ein Weibchen findet, um ihn zu befriedigen. Beim Menschen ist derselbe Hang, aber er unterdrückt ihn, indem er stets andere Vorstellungen sich schafft.

Der innere Trieb veranlasst also, die nöthigen zweckmässigen Ortsbewegungen zu machen, um dahin zu gelangen, wo die Geschlechtslust gestillt werden kann; der äussere Trieb hingegen bewirkt die Bewegungen, welche unmittelbar dem Eindrucke folgen, veranlasst das Thier nicht nur zur zweckmässigsten Stellung, sondern

macht auch, dass die Ausführungsgänge des Hodens den Saamen entleeren. Während ein Thier ohne grosses Gehirn nicht mehr daran denkt, seinen Platz zu verlassen, um ein Weibchen zu suchen, werden Reizungen der Geschlechtstheile, des *Penis*, nicht nur eine Näherung und Streckung der untern Extremitäten hervorrufen, sondern sogar die zum Saamenerguss nöthigen Bewegungen des *D. deferens.* Wenn daher auch nach Reizung der Empfindungsnerven durch den Samen, mit dem der Hoden angefüllt ist, der innere Trieb durch neue Vorstellungen zum Schweigen gebracht wird, so entleert sich doch der Samen durch Pollutionen, weil Vorstellungen auf den äussern Trieb nicht zu wirken vermögen.

Sobald nur einmal das Gefühl der Wollust empfunden worden ist, so reicht bei Thieren und Menschen schon die Vorstellung des Weibes hin, dass der Trieb zur Ausübung des Geschlechtstriebes erwacht; es entstehen Erektionen. Es ist dasselbe, als wenn der Speichel im Munde zusammenfliesst, bei der Vorstellung von wohlschmeckenden Speisen.

Die Vorstellungen wirken also zunächst auf die im kleinen Gehirne befindlichen Centralenden, sie sind dynamische Reize. Aber auch Reizungen anderer Art, auf das kleine Gehirn angebracht, wirken mächtig auf die Geschlechtstheile ein. Burdach hat durch eine zahllose Menge von Beobachtungen, welche er aus ärztlichen Schriften entnahm, gefunden, dass unter 17 Fällen von Krankheiten des kleinen Gehirns schon Ein Mal eine Affection der Geschlechtstheile sich zeigte, hingegen unter 332 Fällen von Krankheiten des grossen Gehirns nur Ein Mal; dass ferner das kleine Gehirn viel mehr auf die Genitalien wirkt, als das verlängerte Mark. (A. a. O. p. 423.) Serres nennt sogar die Erection ein pathognomonisches Symptom der *Apoplexia cerebelli*, wovon es jedoch Ausnahmen gäbe. (Mag. Jour. II. p. 257.) Sogar bemerkt Serres *(ibi III. p. 114 sqq.)*, dass man

der nackten Leiche durch die nach dem Tode noch fortbestehende Turgescenz der Geschlechtstheile ansehen könne, dass eine Apoplexie des kleinen Gehirns stattgefunden habe; und glaubt, dass auch Valsalva aus dieser Ansicht des Körpers schon eine solche Apoplexie vorausgesagt habe. *Utinam id quoque declarare*, sagt Morgagnie (II. 25.), *vel potius divinare aliquando possemus quod Valsalva nobis quidem olim dicit, sed nusquam, quod sciamus, scriptum reliquit, cum quendam apoplexia interfecisset, se ex nudi corporis inspectione praedixisse, apoplexiae causam in cerebello inventum iri.*

Noch andere Beobachtungen, welche hiehin gehören, findet man bei Burdach a. a. O.

Man darf sich nicht darüber wundern, dass man Fälle von Krankheiten des kleinen Gehirns findet, in welchen Nichts von Leiden der Genitalien erwähnt ist. Denn

1. liegen im kleinen Gehirne nicht blos die Centralenden für die Geschlechtsnerven, vielmehr ist nach unserer bisher geführten Untersuchung dies Organ noch für sehr viele andere Functionen bestimmt. Diese Nerven nehmen daher einen nur verhältnissmässig kleinen Raum ein, das Gehirn kann schon sehr krank und doch diese Nervenparthie nicht ergriffen sein.

2. Die eine Hemisphäre des kleinen Gehirns kann stark affizirt sein, und nichts desto weniger kann die Geschlechtsfunction unversehrt fortdauern; ebenso wie das Gehör bestehen kann nach Wegnahme einer Hemisphäre des Gehirns.

3. Sehr oft wird auf die Funktionsstörungen des Geschlechts-Systems während des Lebens nicht geachtet, vielleicht manchmal, weil man nicht wusste, dass das kleine Gehirn erkrankt war, — und wenn man nun Nichts in der Leiche an den Geschlechtstheilen fand, so leugnet man das Verhältniss.

Wie oft werden doch geringere Störungen übersehen, wie oft sogar eine Impotenz nicht beachtet!

Ich hoffe, dass meine Versuche einigermassen die Aufmerksamkeit der Aerzte auf diesen Punkt lenken werden. Ich brauche nicht zu bemerken, dass Gall, der grosse Gall, zuerst auf den Zusammenhang des kleinen Gehirns mit den Genitalien aufmerksam machte. Galls Lehre ist bekannt genug. — Ich brauche auch nicht zu bemerken, dass ich die Meinungen von Ollivier, Nasse, Müller u. A. nicht theilen kann, welche dem verlängerten Marke mehr Antheil an der Geschlechtsfunction zuschreiben, als dem kleinen Gehirne. Ollivier sagt: *La phénomène de l'érection réside évidemment dans la moelle épinière. (Traité des mal. de la moelle épin. trois. éd. t. I. p. 146.)* Vgl. Nasse Unters. I. p. 270. J. Müller Phys. I. p. 832. Die von Müller gegen Galls Ansicht angegebenen Gründe beweisen keineswegs, dass im kleinen Gehirne nicht die Centralenden der Geschlechtstheile liegen könnten. Er sagt, nackte Amphibien hätten bei aller Geschlechtslust doch ein kleines *Cerebellum*. Dass man aber von nackten Amphibien nicht auf Säugethiere schliessen dürfe, haben wir oben schon berührt. Dass ferner bei einem Manne, in dessen Leiche man die eine Hälfte des kleinen Gehirns atrophisch fand, der Geschlechtstrieb nicht untergegangen war, darf uns aus dem oben 2) angegebenen Grunde nicht wundern. Endlich ist der Fall von Cruveilhier, der Atrophie des kleinen Gehirns bei einem Mädchen fand, dessen Geschlechtstheile eine Reizung wahrscheinlich machten, lange nicht beweisend genug.

Dass aber auch das Rückenmark Einfluss auf die Bewegung der männlichen Geschlechtstheile hat, werde ich gewiss nicht in Abrede stellen. Ich habe ja gerade durch Versuche gezeigt, dass die Nerven jener Theile durch das ganze Rückenmark heraufgehen, und dass es also sehr leicht zu erklären ist, warum so häufig Erektionen bei Verletzungen des Rückenmarks vorkommen. Nach Ollivier sind diese häufiger bei Leiden der obern

Rückenmarkstheile, als der untern und auch häufiger als des keinen Gehirns. (l. c. p. 370.) Wie sich dies deuten lässt, weiss ich nicht. Mit Recht bezieht Ollivier auch die Erectionen und Samenentleerungen bei Gehängten hiehin. (p. 368.)

Interessant und bemerkenswerth ist, was Morgagni (II. 25) berichtet: *Harderus sane ex facie et lapii livescentibus, striisque sanguineis secundum dorsi spinam, hujusque latera multifariam dispersis, suffocationem accessisse, collegit in apoplectico repente mortuo, in quo et sanguis grumosus circa cerebellum quidem haerens compertus est.* — Vgl. auch *Serres* in *Magendie Journ. III. p.* **117**.

Auch an weiblichen Thieren habe ich Versuche wegen des Zusammenhangs des kleinen Gehirns mit den Geschlechtstheilen gemacht; und auch hier war ich so glücklich, sehr entschiedene Resultate zu erhalten.

79. Ich verschaffte mir eine sehr alte Katze, und liess sie zwei Tage fasten. Ich liess sie sodann durch Erstickung tödten, öffnete rasch die ganze Schädel- und Bauchhöhle. Das kleine Gehirn, der zweihörnige *Uterus* mit Trompeten und Eierstöcken lagen frei vor mir. Mein Gehülfe reizte die linke Halbkugel des kleinen Gehirns, das rechte Horn und die rechte Trompete zogen sich zusammen; man sah hier und dort Vertiefungen und Erhabenheiten, zugleich bemerkte ich ein Auf- und Abwärts-Reizen dieser Theile, d. h. nach dem Bauche und dem After zu. Die Reizung geschah erst mit einer Nadel, dann mit *Kali causticum,* die Wirkung war gleich. — Hierauf wurde die rechte Halbkugel gereizt und nun bewegte sich das linke Horn und zwar viel stärker, viel deutlicher, viel anhaltender, als das rechte. (Ich habe sehr oft bei meinen Versuchen an den Hoden bemerkt, dass sich ein Hode stärker bewegte, als der andere.) Hierauf wurden die Vierhügel, die gestreiften Körper, die Sehhügel gereizt. Ich sah keine Spur von Bewegung der

beiden Hörner oder Trompeten. Ich ging wiederum an das kleine Gehirn und nahm wiederum Bewegung wahr.

Dann liess ich mit einer Nadel das verlängerte Mark reizen und konnte auch von hier aus Bewegung erzeugen.

In noch 4 andern Versuchen an 3 Katzen und 1 Kaninchen habe ich dieselben Erscheinungen beobachtet.

Somit steht es also fest, dass die Bewegungsnerven des Uterus, sowie der Hoden in dem kleinen Gehirne ihre Centralenden haben.

Wichtiger, als die Fälle aus ärztlichen Schriften, welche hiehin gehören (vgl. Burdach a. a. O.), aufzuzählen, wird es sein, sogleich zu den Folgerungen zu schreiten, welche aus jenen Thatsachen gezogen werden können und dies wird unser ganzes Interesse in Anspruch nehmen. Man kann die meisten durch die Verbindung des *N. trigeminus* mit dem Rückenmarke, dem kleinen Gehirne, den *Cruribus cerebelli*, dem *Pons* und den *Corp. quadrigeminis*, welche man bei Untersuchung der Ursprungsfasern dieses Nerven findet, leicht und deutlich erklären.

Durch die Versuche von Magendie und neuerdings von Valentin über Durchschneidung des *Trigeminus* kennt man die Verrichtungen desselben sehr genau. Sein erster und zweiter Ast sind sensibel, sein dritter motorisch und sensibel. Von den Wirkungen dieses Nerven auf die Ernährung, welche bis jetzt bekannt geworden sind, muss ich zum Verständniss des Folgenden einige erwähnen:

1. Durchschneidung des *Trigeminus* hebt die Thränenabsonderung auf.

Magendie Journ. de phys. IV. p. 364.

Valentin l. c. §. 319. 1.

2. Die Speichelabsonderung wird vermindert nach dieser Operation.

Valentin l. c. §. 319. 1.

3. Das Auge verliert seinen Glanz.

ibid. p. 157. Adnot. 5.

4. Zwischen Linsenkapsel und dem Pupillarrande der Iris entstehen Exsudationen.

Magendie.

5. Die Barthaare fallen nach Durchschneidung des *Trigeminus* oder *Infraorbitalis* aus.

Steinrück de nerv. persect. mutat. **1834.** *p.* **13.**

Ich habe mich durch Untersuchungen an Thiergehirnen zum Oeftern davon überzeugen können, dass Fasern vom *N. trigeminus* sich deutlich bis ins kleine Gehirn verfolgen lassen. Unbekannt ist es allerdings noch bis jetzt, welcher Reihe von Fasern des kleinen Gehirns jene des *Trigeminus* sich anschliessen und dadurch kann dieser Gegenstand noch nicht bis zur grössten Bestimmtheit abgehandelt werden. Soviel scheint aber sicher, dass die Nerven der Genitalien vorzugsweise auf die verschiedenen Fasern jenes Nerven, sowohl sensible als motorische, einwirken und den Lebenszustand, in welchem sie jeweilig verharren, auch auf den des *N. trigeminus* übertragen. Befinden sich daher die Geschlechtsnerven im Zustande der Reizung, so wird der Reflex davon im *N. trigeminus* nicht ausbleiben; befinden sie sich im Zustande der Lähmung, der Erlöschung, so werden wir auch die Wirkungen davon wieder in jenem Nerven wahrnehmen können.

Bei Wollüstlingen schwimmen bei der Begattung die Augen in Thränen, der Speichel wird zähe, die Unterlippe zittert; Ausschweifende haben sehr häufig jenen dumpfen Schmerz über der *Orbita,* der aus andern Krankheiten des *N. trigeminus* bekannt genug ist; Mädchen und Frauen haben oft denselben Schmerz kurz vor der Menstruation, während und nach der Niederkunft, und bei Congestionen nach der Gebärmutter; eben dieselben müssen unter den genannten Umständen oft und unwillkührlich weinen, nicht nur dass die unbedeutendste Kleinigkeit dann ihnen Thränen entlockt, sondern man sieht oft

diese ohne alle Ursache herabrinnen, in der heitersten Gesellschaft, in der lebhaftesten Unterhaltung; vor dem Eintritte der Menstruation schwellen die Blutadern im Gesichte, besonders unter den Augen an, weil dann das Blut im Capillarstrome da stockt, wo der *N. trigeminus* (welcher gereizt ist) sich verbreitet; Zahnschmerz gehört zu den gewöhnlichsten Verkündern der Schwangerschaft; der Speichel brünstiger Thiere, denen die Begattung nicht zugelassen wird, wird so verändert, dass er giftige Eigenschaften erhält; nach der Castration ist *Trismus* eine häufige Erscheinung etc. etc. — Alles das sind nur Symptome der durch Reizung der Geschlechtsnerven mitgereizten verschiedenen *Trigeminus*-Zweige.

In den Zeiten der Mannbarkeit, wenn die Geschlechtsnerven ihre grösste Thätigkeit entwickeln, tritt auch die Haarbildung, als ein eigenthümlicher Process des Hautlebens bei Männern auf. Auch dieses deutet auf die Verbindung der Geschlechtsnerven mit dem *N. trigeminus*, der durch diese zu grösst möglicher Thätigkeit erregt, alle in ihm schlummernden Kräfte zur Erscheinung kommen lässt. Werden hingegen die Hoden durch Castration genommen, so kommt es bekanntlich nicht mehr zur Entwickelung des Bartes. Ebenso wie nach Exstirpation der Augen die Sehhügel verwelken, so müssen auch die Centralenden der Hodennerven vergehen, wenn ihre Organe dahin sind und so fehlt auch diese Erregung dem *Trigeminus*; sein Einfluss auf die Hervorbringung der Haare wird nicht erscheinen können. Ist hingegen einmal diese Thätigkeit geweckt, und wird dann die Castration vorgenommen, so kann die Haarbildung fortbestehen, grade wie eine Vorstellung und eine Bewegung bestehen kann, sobald sie nur ein Mal hervorgerufen worden war. —

Bei Frauen kommt es gewöhnlich nicht bis zur Entwickelung von Barthaaren. Jedoch fehlt es nicht an Andeutungen, dass auch bei ihnen zur Pubertätszeit der *N. trigeminus* zu diesem Bildungsprocesse auf die Haut hinstrebt. Einmal gibt es Frauen und Mädchen genug, welche Spuren von Schnurrbärten, bald grössern bald kleinern, haben. Ferner ist eine Beobachtung, welche ich bei einer Frau, deren Genitaliensystem im Zustande der Reizung war, machte, höchst interessant. Wenn diese Frau erschrack oder sich ärgerte oder erzürnte, so bekam sie ganz plötzlich an allen Gesichtsstellen, wo

Haare bei Männern sind, aber auch an den Wimpern, Jucken oder es brach hier ein Schweiss aus. Sicher gibt es noch mehr solcher Beobachtungen, welche wohl der Beachtung der Aerzte nicht unwerth wären. — Eine Erwähnung verdient noch, dass Frauen nach Gall ein kleineres Gehirn als Männer haben, auch sind Frauen viel weniger der Geschlechtslust ergeben, als Männer.

Wahrscheinlich gehören auch als Phänomene der Verbindung der Geschlechtsnerven und des *N. trigeminus* hiehin: die *Angina*, *Iritis* und *Ozaena syphilitica*. Da aber die Natur der Syphilis noch unbekannt ist, so genüge die Erwähnung.

Noch weiter verdient hier berührt zu werden, dass die äussere Berührung und Reibung des Hinterhaupts bei vielen Frauen eine Art Wollustgefühl verursachen soll. — Wenn manche Thiere, sogar auch die Stubenfliegen sich begatten, so setzt sich das Männchen dem Weibchen auf den Rücken, ohne dass sich die Hinterleiber berühren. Das Männchen drückt sich nun eine ganze Weile mit seinem Köpfchen an das des Weibchens und reizt wahrscheinlich dadurch das bei diesen Thierchen sehr grosse *Cerebellum*. Mit dieser Reizung scheint dem Ansehen nach die grösste Wollust für die Thierchen verknüpft zu sein; die eigentliche Begattung geht sehr rasch, indem sich vorher das Männchen zurückbeugt, nach diesem Voract vor sich.

Da in der Gegend des obern Halsmarkes schon die centrale Wirksamkeit der Hodennerven zu beginnen scheint, so kann man sich auch deuten, wie Krankheiten der Hoden auf die Halsnerven einwirken, und es wird Jedem gleich die auffallende Sympathie zwischen Hoden und Ohrspeicheldrüse in den Sinn kommen. Es ist ja bekannt genug, wie oft Entzündung der Hoden in eine Entzündung der Ohrspeicheldrüse übergeht. Die kranke Thätigkeit in der Peripherie der Nerven trägt sich hier, wie so oft, auf die Centralenden über. (Es ist dies eine höchst auffallende Erscheinung, dass in dem ganzen Verlaufe der Nerven nur das Central- und das peripherische Ende sich thätig zeigen und die dazwischen liegende Strecke nicht. Eine bestimmte Erklärung dieses schon öfters berührten Umstandes weiss ich nicht zu geben.)

Ich führe den Einfluss der Geschlechtstheile auf die

Sprachorgane nicht hier an, weil ich hierüber noch keine Untersuchungen angestellt habe.

Endlich sei hier nochmals die Wirkung der *Spirituosa* auf die Geschlechtstheile erwähnt, wovon wir schon oben sprachen. Wenn ich auch keineswegs behaupten will, dass die *Spirituosa* lediglich aufs kleine Gehirn wirken, da ja auch das grosse Gehirn, die Herzbewegung davon sichtlich afficirt werden, so steht doch der Einfluss desselben, ja der sehr bedeutende Einfluss auf das kleine Gehirn ganz fest. — Im Anfange des Rausches, wenn die *Spirituosa* noch als Reiz wirken, folgen die Bewegungen den Vorstellungen mit ungewohnter Schnelligkeit. Wer kennt nicht die Beweglichkeit, die Hastigkeit derer, die vom Weine glühen? Die That folgt bei ihnen dem Gedanken. Sie sind unternehmend, kühn, verwegen, — viel mehr, als sonst. Das kleine Gehirn vollbringt das Spiel der Bewegung mit ungewohnter Schnelligkeit. Etwas später lässt der Reiz nach, es zeigen sich Symptome des Druckes oder der Aufhebung der Thätigkeit. Es kommen, wie oben §. 10 angegeben, alle Erscheinungen, wie die nach Wegnahme eines Theiles des kleinen Gehirns bei Thieren. Ja es bleibt sogar nach einem Rausche die Einwirkung auf die Barthaare nicht aus. Ich habe von Leuten, welche oft berauscht sind, gehört, dass sie jedesmal des andern Morgens eine Veränderung in ihren Barthaaren wahrnähmen. Diese seien viel wolliger, unordentlicher, liessen sich schwieriger kämmen und seien nicht leicht glatt zu bringen. Was hingegen für die Hemmungsfasern Lähmung bringt, kann wohl noch Reiz für die Bewegungsfasern sein, die in dem kleinen Gehirne liegen. Es ist dies bekanntlich nichts Seltnes, dass dasselbe Mittel für den einen Nerven noch Reiz ist, was auf den andern schon lähmend wirkt. So auch hier. Die Bewegungsfasern der Blase, des Mastdarms, der Geschlechtstheile werden durch *Spirituosa* gereizt. Es entsteht daher, wie bekannt, bald Drang zum Uriniren, zum Stuhlgang und zur Begattung. Trunkne Frauen sind oft wegen ihrer unsittlichen Gedanken Gegenstand des Abscheus und der Verachtung; trunkene Männer sind voll von wollüstigen Begierden.

Während wir auf die Bewegung des Magens und Dünndarms gar keinen Willen ausüben können, können wir nicht läugnen, dass wir einigen in Hinsicht der drei

Organe, deren Nerven im kleinen Gehirne enden, besitzen, — nämlich des Mastdarms, der Blase und der Geschlechtstheile. Es würde dies noch deutlicher sein, wenn wir die Bewegungen sehen könnten, wie die der Extremitäten. Gewiss hat wenigstens der Trieb zum Uriniren und die durch Vorstellungen erzeugten Erektionen viel Aehnlichkeit mit willkührlichen Bewegungen.

Also die Organe, deren Nerven dem Willensorgane (grosses Gehirn) am nächsten liegen, sind aller Spur eines Willens beraubt (— Magen, Dünndarm —); die Organe, deren Nerven in den die freien Bewegungen hemmenden Gehirntheil gelegt sind, haben mehr oder minder deutliche Spuren des Willens (— Mastdarm, Blase, Geschlechtstheile —); die Organe endlich, deren Bewegungs- und Hemmungsfasern nur neben einander gelagert sind, haben die freieste, ganz willkührliche Bewegung (— Muskeln für die freie Bewegung. —)

§. 18.

Aus dem Vorhergehenden leuchtet nun zur Genüge ein, wie wichtig die Verrichtungen des kleinen Gehirns sind und wie seine Verletzungen und Krankheiten dem Leben ungleich mehr Gefahr drohen, als die des grossen. Nicht nur werden durch die in ihm liegende hemmende Kraft die freiern Bewegungen geregelt, sondern es ist in ihm selbst eine grosse Menge von Bewegungsfasern für Organe, die zur Erhaltung des Lebens absolut erforderlich sind, enthalten.

Hierdurch muss nun auch ein mannichfacher Verkehr zwischen den bezeichneten Organen, vorzüglich Mastdarm, Blase und Geschlechtstheilen (weil diese ihre Centralenden im kleinen Gehirne haben) und den freiern Bewegungen statt finden.

Wenn Vorstellungen vor die Seele treten, welche eine so grosse Intensität haben, dass keine anderen, als genau mit denselben verbundene für eine gewisse Zeit hervorgerufen werden können, so nennen wir den in dieser Zeit obwaltenden Zustand Leidenschaft oder Gemüthsaffect. Wenn z. B. der Feige einen gewaffneten Menschen sich entgegen kommen sieht, so entsteht in ihm die Vorstellung des nahenden Todes, mit allen den Schreckbildern, welche die Phantasie aus allem je schrecklich Erlebtem zusammen finden kann. Diese Vorstellung

verkettet sich so sehr mit verwandten, dass keine andere reproducirt werden kann, welche in keinem genauen Verhältniss mit jener stünde. Einer solchen Vorstellung folgt die Bewegung, welche zum Entlaufen nothwendig ist; d. h. im kleinen Gehirne tritt eine solche Thätigkeit ein, dass alle Bewegungsfasern in der Brücke, welche nicht dazu nöthig sind, gehemmt werden, und nur die nöthigen frei sich äussern. Der Feige läuft unaufhaltsam bis zur grössten Ermüdung, weil die kranke Vorstellung immer in ihm vorwaltet, und andere nicht aufkommen können. Er wird daher oft die zweckmässigste Richtung verfehlen, er wird noch laufen, wenn längst die Gefahr vorüber ist, etc. — weil er eben keine neue Vorstellung zu schaffen im Stande ist. — Es hängt natürlich von der Art der Vorstellungen ab, welcherlei Bewegungen in Folge derselben durch Leidenschaften entstehen. Ich glaube, man kann zwei Klassen von sich hiebei bildenden Vorstellungen annehmen. Entweder nämlich waltet die Vorstellung ob, dass die Aussenwelt, als Ursache des Gemühsaffectes, beeinträchtigend oder wohlthuend auf das Individuum einwirkt. Dieses (das Individuum) bleibt dabei mehr passiv und alle Bewegungen haben den Zweck der Sicherstellung und des Entfliehens, oder der Aufnahme dessen, was wohlthut, — nie aber des Angriffs, des aktiven Einschreitens. Hiehin gehören Furcht, Angst, Schrecken, Liebe beim weiblichen Geschlechte etc. Oder es waltet zweitens die Vorstellung ob, wirkliche oder eingebildete Nachtheile abzuhalten, abzuwehren, sich dagegen zu vertheidigen, oder das Wohlthuende (oder doch so Scheinende) sich auf alle Weise zu verschaffen. Dahin gehören: Zorn, Wuth, Hass, Wollust etc.

Es scheint mir nun, dass prädominirende Vorstellungen der erst genannten Art vorzugsweise auf das kleine Gehirn wirken und dessen hemmende Thätigkeit hervorrufen, so dass entweder eine Stockung aller oder doch einer grossen Reihe von Bewegungen, Unthätigkeit, Hingebung die Folge sind; dass hingegen prädominirende Vorstellungen der zweiten Klasse vielmehr die in dem verlängerten Marke repräsentirte Bewegungskraft hinreissen und beherrschen, so dass übergrosse, mit ungewöhnlicher Stärke und Ausdauer vollführte Bewegungen entstehen, welche sich aber natürlich immer nur auf die

eine und dieselbe Vorstellungskette beziehen. Während der Erschreckte an dem Orte, wo er ist, fest gezaubert scheint, läuft der Zornige hin und her, stampft mit den Füssen, ballt die Hände, beisst in die Lippen etc.; während der Furchtsame jede Bewegung seines Körpers, die Züge seines Athems gerne vermeiden möchte, tobt der von Hass Erfüllte u. s. w.

Die Bewegungen, welche in den Leidenschaften entstehen, sind aber nicht etwa nothwendiger, unfreier, als die Bewegungen bei ruhigem Gemüthszustande. Keineswegs. In beiden Zuständen ist gar kein Unterschied; in beiden ist die Folge der Bewegungen und Vorstellungen eine durchaus nothwendige. Die Verschiedenheit liegt blos in den Vorstellungen. Im sog. freien Gemüthszustande wechselt eine Reihe von Vorstellungen immer mit der andern, oder wenn eine einzige Reihe auch länger vor unserer Seele bleibt, so hat sie soviele Glieder, ihre Combinationen sind so vielfältig, dass dennoch Wechsel genug da ist. In demjenigen Gemüthszustande hingegen, welchen wir unfrei nennen, ist nur ein sehr kleiner Kreis von Vorstellungen da, welche, wenn sie sich auch nicht gerade ganz so wiederholen, doch so wenige Abstufungen unter einander bilden, dass man sie alle zusammen als eine einzige betrachten kann, welche aber keiner andern Platz macht. Was die Ursachen dieser Thätigkeit derselben Vorstellungen betrifft, so kann davon erst in einem der folgenden Hefte die Rede sein, wo die Entstehung, die Freiheit und Unfreiheit etc. derselben besprochen werden soll.

Man muss aber nicht erwarten, dass dieselbe Leidenschaft bei allen Menschen, ja nicht einmal bei demselben Menschen zu verschiedenen Zeiten, dieselbe Reihe von Bewegungen hervorruft. Es kommt hier gar Manches in Betracht. Denn einmal beurtheilen wir oft die Leidenschaft nach den Motiven, welche sie hervorgerufen haben. Wenn wir wissen oder hören, dass eine Aufregung auf einen andern Menschen einwirkte, welche unter denselben Verhältnissen bei uns selbst z. B. einen hohen Grad von Zorn erweckt hätte, so glauben wir, dass ein ähnliches Gefühl d. h. eine ganz gleiche Kette von Vorstellungen sich auch bei dem Andern bilden müsse; was aber keineswegs der Fall ist. Sehen wir nun einen solchen Menschen auch in irgend einer leidenschaftlichen

Beweguug, so halten wir diese als Ausbruch seines Zorns und fragen, warum nicht dieselben Aeusserungen wie bei uns selbst unter ähnlichen Verhältnissen statt finden, wenn doch die Verbindung zwischen Vorstellungen und Bewegungen eine nothwendige sein soll! Aber wir beachten nicht, dass die Vorstellungen andere sind, daher auch die Bewegungen andere. — Zweitens aber können bei einem und demselben Menschen durch Umstände im Verlaufe der Zeit sich die Vorstellungen so verschieden gestalten, dass dieselbe Ursache, welche vor Jahren eine Vorstellung, die nach der oben gegebenen Eintheilung zur ersten Klasse gehörte, hervorrief, nun eine gerade entgegengesetzte schafft. Ja noch mehr, es gibt Menschen genug, namentlich solche, welche keinen festen Charakter haben, bei welchen die Vorstellungen beider Klassen neben einander oder doch ganz kurz nach einander vor die Seele kommen, so dass die eine Reihe mit der andern immer wechselt. Daher sieht man oft bei einem von Wuth Glühenden doch Bewegungen entstehen, welche den Anschein von Schreck und Angst haben u. A., wie dies die tägliche Erfahrung zeigt.

Es kommt also immer darauf an, wie in einem gegebenen Falle sich die Vorstellungen combiniren. Man kann daher nur sagen, dass manche Leidenschaften bei den meisten Menschen und in den meisten Zeiten auf's kleine Gehirn wirken, und andere ebenso auf das verlängerte Mark, aber nicht eine absolute Unterscheidung machen. Es giebt ferner Gemüthsaffecte, deren veranlassende Vorstellungen so sehr verschieden sind, dass man sie in keiner der beiden Klassen unterbringen kann, so z. B. Freude und Trauer, sie gehören bei einer grossen Menge von Menschen, unter einer grossen Anzahl von Verhältnissen zur ersten, und bei andern eben so vielen Menschen oder Verhältnissen zur zweiten Klasse. — Man sieht ferner auch bei demselben Individuo nach denselben Eindrücken doch verschiedene Bewegungen entstehen; so z. B. bei Trauer Lachen und Weinen. — Einem zärtlichen Vater wird die Nachricht gebracht, sein einziger Sohn sei plötzlich gestorben. Dem kräftigen Manne entstürzt ein Strom von Thränen. Dieser Sohn war seine einzige Hoffnung, sein Trost, seine Stütze. Lebhaft steht sein Bild vor ihm, er sieht ihn in seiner ganzen Lebensfülle, voll Kraft und Jugendfeuer, er sieht

ihn im Kampfe mit allen Widerwärtigkeiten des Lebens siegend vor sich, er sieht ihn voll Selbstvertrauen kühn und unerschrocken, ein Bild der Tugend und der Frömmigkeit, kurz ein Bild eines vollkommenen Menschen, dessen vergangenes Leben eine noch reichere Zukunft erwarten liess; — und neben allen diesen Bildern auch wieder die Kehrseite, den vernichtenden Todesengel, das bleiche entstellte Gesicht des Sterbenden, einen Körper, kalt, Grausen erregend, in dem keine Seele mehr waltet, kein Herz mehr schlägt, keine Gefühle sich mehr regen, keine Pläne mehr entstehen; er sieht sich von Alter gebeugt, von Krankheit siech, und dennoch hat er Keinen mehr, der ihm sein Leben leicht machen kann, etc. etc. Alle diese Bilder stehen wirklich vor seinem innern Gesichtssinne da, weil er sich die Vorstellungen schafft. Aber in diesen zwei Reihen von Bildern ist der schroffste Gegensatz.

Aber durch diesen Gegensatz, durch diese ungeheure Abwechslung der Vorstellungen wird auf die Centralnerven des Gesichtssinns ein Reiz auf ganz ähnliche Art ausgeübt, als ob Hell und Dunkel rasch abwechseln. Durch die Vorstellungen zweier Bilder, welche etwas Widersprechendes oder einen starken Gegensatz enthalten, entstehen aber die Bewegungen des Weinens oder Lachens. Warum grade diese, wissen wir nicht. Der Trieb ruft sie hervor. —

Der in Trauer versetzte Vater, den wir als Beispiel aufführten, wird unter scheinbar denselben Vorstellungen aber auch lachen können, wie das bekannt ist, dass bei der Nachricht von den herbesten Schlägen des Geschicks ebenso oft plötzliches Lachen als Weinen entsteht. Wir haben uns aber die Frage aufzuwerfen, ob man keinen Unterschied in den Vorstellungen wahrnehmen kann, wann Lachen oder wann Weinen erfolgt. Ich glaube, man kann annehmen, dass Weinen dann sich bildet, wenn die zwei Vorstellungsreihen, welche einen starken Gegensatz darstellen, nicht n e b e n einander vor die Seele kommen, sondern n a c h einander, so dass die eine Vorstellung in die Vergangenheit und die andere in die Gegenwart, oder in diese und in die Zukunft etc. fällt; hingegen das Lachen, wenn Vorstellungen derselben Art n e b e n einander vor die Seele kommen, also im Raume

gedacht werden. Wenn also ein Mann bei der traurigsten, zerknirschendsten Nachricht in ein fürchterliches Lachen ausbricht, so rührt dies von nichts Anderm her, als von der Art und Weise, wie seine Vorstellungen sich combinirten, als er die Botschaft erhielt. Sind solche einzig vorwaltend, welche ihm die Bilder des Erstarrten und des noch Lebenden neben einander vorführen, so wird er lachen; kommen ihm hingegen die Vorstellungen einer reichen Vergangenheit und nachher die der Gegenwart, so wird er weinen. — Ich will der Beispiele nicht noch mehr erwähnen. Es ist nicht schwer, jedes einzelne sich zu zerlegen und man wird sich überzeugen, dass unsere Ansicht viel Wahres enthält. Den Stoff kann natürlich nur Jeder in seinem eignen Leben suchen, aber Jeder, wer das Leben in seinem Ernste nur kennen gelernt hat, wird ihn reichlich genug finden.

Wenn die oben aufgestellte Eintheilung der Vorstellungen bei Leidenschaften richtig ist, so müssen sich noch einige andere Merkmale für die Richtigkeit derselben auffinden lassen. Wir haben nämlich gesagt, dass die eine Reihe von Leidenschaften vorzüglich die Thätigkeit des kleinen Gehirns vorwalten lasse und haben dahin z. B. Furcht, Angst, Schreck etc. gerechnet. Da nun aber im kleinen Gehirne die Bewegungsfasern des Mastdarms, der Blase, der Geschlechtstheile endigen, so müssen nothwendig diese Theile an der vermehrten Thätigkeit mehr oder minder Theil nehmen. — Ist dies nun wirklich der Fall? Allerdings. Man weiss, dass der Furchtsame etc. leicht Durchfall bekommt, dass der Erschreckte öfters uriniren muss, dass geängstete Knaben, welche z. B. die Zuchtruthe der Eltern fürchten, häufig auf dem Wege zu denselben nicht nur Erektionen, sondern selbst Samenerguss bekommen, worauf Eltern selbst mich schon aufmerksam gemacht haben.

Die zur zweiten Klasse gehörenden Vorstellungen sollen aber nach oben angegebner Eintheilung vorzugsweise auf die freie Bewegungskraft ihren Einfluss äussern, welche, wie wir wissen, besonders im verlängerten Marke repräsentirt wird. Wir zählten als Beispiele von Gemüthsaffecten, welche dahin gehören, auf: Zorn, Muth, Wollust bei Männern. Im verlängerten Marke endigen nun die Herznerven und wahrscheinlich ist hier auch die Centralstelle der Athembewegungen, (von welchen im

zweiten Hefte der „Untersuchungen" gehandelt wird); und in der That, grade bei dieser Art von Leidenschaften ist der Herzschlag ungewöhnlich vermehrt und das Athemholen sehr stark betheiligt.

Durch diese Bestätigung gewönne also unsere Eintheilung an Wahrscheinlichkeit. Wir haben aber noch ein zweites Merkmal der Richtigkeit, indem wir nämlich wie auf ein Rechenexempel die Probe machen. Wenn also Gemüthsaffecte der ersten Klasse das kleine Gehirn bethätigen, und solche der zweiten Klasse das verlängerte Mark, so muss umgekehrt folgen, dass wenn durch eine andere Ursache die Thätigkeit des kleinen Gehirns vermehrt wird, Gemüthsaffecte der ersten Klasse, und wenn die Thätigkeit der *Medulla oblongata* vermehrt wird, Gemüthsaffecte der zweiten Klasse leicht sich bilden. Wir können aber diese Probe hier nur zur Hälfte machen, weil erst eine Beurtheilung aller der von glaubwürdigen Schriftstellern aufgeführten Krankheitsfälle des kleinen Gehirns und des verlängerten Markes vorausgegangen sein muss, um zu wissen, ob in dem einen Falle eine Reizungs- oder Lähmungs-Ursache obgewaltet hat, ehe man nachweisen kann, dass Reizungen des kleinen Gehirns sehr häufig mit Gemüthsaffecten der ersten Klasse, Reizungen des verlängerten Markes mit solchen der zweiten Klasse vorkommen. Wir behalten uns daher vor, diese Lücke später auszufüllen.

Wir haben jedoch noch andere Beweise. Es ist nämlich Thatsache, dass zwischen peripherischen und Central-Nervenenden ein bestimmter Connex statt findet, so dass eine Reizung, welche auf einen peripherischen Nerv ausgeübt wird, entweder in der Empfindungs- oder Absonderungs-Thätigkeit seines Centralendes, ebenfalls eine Reizung hervorbringt und umgekehrt. Reizung der peripherischen Nerven des Mastdarms, der Blase, der Geschlechtstheile hat also jedesmal Reizung des kleinen Gehirns zur Folge; ich sage aber auch: Reizung des kleinen Gehirns bringt Gemüthsaffekte, welche zu unserer ersten Klasse gehören, hervor, also: Angst, Furcht, Schreck. Es ist aber zu bekannt, wie Leiden eben jener genannten drei Organe so sehr häufig, ja fast constant, zur Qual des Kranken und des Arztes das Gemüth mit jener Trauerhülle überdecken, welche alle Reize des Lebens vernichtet. Wer weiss nicht, dass die armen Kranken, welche an sogenannten

Unterleibsstockungen, an Hämorrhoiden und Podagra, ja selbst an organischen Mastdarmfehlern, die an Verdickungen und chronischen Entzündungen der Blase leiden, dass die Onanisten, dass Frauen vor Eintritt ihrer Menstruation etc. sogar häufig von unsäglicher Angst, Furcht und Misstrauen heimgesucht sind? Die Unglücklichen, die unter jeder Blume Gift sehen, in jeder Miene des Gesichts die Züge des Verraths, die mit ihrem Gram und Kummer spielen, die Unzufriedenen, die mit Welt und sich zerfallen sind, die in ihrer eignen Seele wühlen und dann über Zerstörung klagen, die sie sich selbst geschaffen, die Bedauernswerthen, welche von steter Furcht und Angst getrieben, unaufhörlich an ein herannahendes Unglück denken, die sich Feuersgefahr, Diebe, Mörder, Donnerwetter immerfort prophezeien, wenn auch gar kein Grund zu ihrer Vermuthung gegeben ist, — wie oft, ja allermeist, sind sie nichts weiter als das Spiel ihrer Leiden!

Ebenso machen wiederum Herzfehler gar häufig ein ruhiges Gemüth heftig, aufbrausend, zornig.

So steht also Alles im schönsten Zusammenhange und wohl dürfen wir vermuthen, unsere oben angegebne Eintheilung sei richtig.

Noch manche interessante Betrachtung liess sich hier anknüpfen; doch, um nicht weitläufig zu werden, wollen wir uns mit diesen Andeutungen begnügen.

§. 19.

Bisher wurde absichtlich Nichts von der Bewegung der Augen erwähnt, um es im Zusammenhange vortragen zu können.

Wir müssen die Bewegungen des *Bulbus* und die der *Iris* genau trennen. Die Nerven, welche zu den Bewegungsmuskeln des Auges gehen (*N. oculomotorius*, *abducens*, *trochlearis*) sind den Rückenmarksfasern ganz gleich, sie gehen wie diese in die Brücke, haben daher auch alle Eigenschaften wie diese. Das kleine Gehirn übt auf sie, wie auf die Rückenmarksfasern denselben hemmenden Einfluss aus.

Wir wissen, dass im Schlafe die Hemmungskraft am stärksten sich ausspricht und am meisten die Bewegungskraft einschränkt. Wenn die letztere ungehindert wäre, so würden in den meisten Körpertheilen Streckbewegungen im Allgemeinen vorwalten. Wir haben schon bemerkt, dass wenn man einen Theil des kleinen Gehirns wegnimmt, der

Kopf nach hinten sich streckt; eine Erscheinung, die man auch bei Fröschen beobachten kann. Hingegen im Schlafe ist grade der Körper gebeugt, eben weil das kleine Gehirn vorwaltende Herrschaft zeigt. Wir können daher von der Lage des Körpers, welche man im Schlafe beobachtet, recht gut darauf schliessen, wie die Bewegungskraft sich äussern müsste, wenn sie ganz ungebunden wirken könnte, nämlich grade auf entgegengesetzte Weise, wie jene Lage ist. Betrachten wir aber das Auge eines Schlafenden, so ist dies nach oben und innen, später nach oben und aussen gestellt, aber immer nach oben. (*Vgl. J. Müller Phys. II. p. 79. Valentin l. c. §. 250.*) Hieraus schliessen wir, dass die frei sich äussernde Bewegungskraft das Auge nach unten wenden würde.

Als Magendie bei Kaninchen den *Pedunculus cerebelli ad pontem* an einer Seite durchschnitt, bemerkte er die auffallende Erscheinung, dass sich das Auge der entgegengesetzten Seite ganz nach unten und aussen, das Auge auf der verletzten nach oben und innen wendete. Bei seiner Operation durchschnitt Magendie, wenn er z. B. rechts operirte, die Hemmungsfasern für das linke Auge; in ihm wirkte die bewegende Kraft frei und ungebunden, drehte es also dahin, wohin sie am meisten zu wirken vermochte, nach unten. Die Hemmungskraft, noch unangetastet von der linken Seite aus thätig, äusserte sich um so stärker, weil die entgegengesetzte Seite ihr nicht mehr das Gleichgewicht hielt, sie that dasselbe, und noch stärker, was sie im Schlafe that; das rechte Auge drehte sich nach oben und innen.

Durchschnitten Magendie (*Journ. IV.*) und Hertwig (*a. a. O. p. 133*) das kleine Gehirn genau in 2 Hälften, so war das Gleichgewicht zwischen beiden Augen aufgehoben, sie rollten oder, wie Magendie sagt, sprangen in der Augenhöhle umher. Die hemmende Kraft in beiden Hälften schränkte sich nicht mehr gegenseitig ein und weil die Bewegungskraft bald hier bald dort aufgehoben wurde, so musste jene rollende Bewegung bedingt werden. Sobald die hemmenden Kräfte auf beiden Seiten nicht mehr vereint wirken können, muss nothwendig die Ruhe aufgehoben sein, es entsteht gleichsam ein Kampf zwischen steter Bewegung und steter Hemmung.

Wird das Gehirn einer Seite mit einem senkrechten Schnitte durchschnitten, so sind nach Hertwigs treuen

Versuchen die Folgen grade dieselben, als ob man den *Pedunculus cerebelli* durchschnitten hätte.

Nimmt man, wie ich oft that, einem Kaninchen eine Hemisphäre des kleinen Gehirns ganz weg, so stellen sich ebenfalls die Augen in der angegebenen verkehrten Richtung.

Aus allem diesem sieht man überall dasselbe Gesetz, und in dessen Folgen die grösste Gleichheit und Einheit.

Die Bewegungen der *Iris* gehen von den Vierhügeln aus. Kein anderer Hirntheil bewirkt sie. Reizungen derselben bewirken Contractionen der Pupille, Wegnahme Erweiterung. Die motorischen Nervenfasern der Iris entspringen also hier. Mit den Vierhügeln verbindet sich innig das kleine Gehirn durch die sog. *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*; ohne dass man die schichtenweise geordnete Lagerung wie in der Brücke erkennen kann. Die Vierhügel sind dasselbe Hirnorgan für die Iris, was das kleine Gehirn für Mastdarm, Blase und Geschlechtstheile. Die Bewegungen der Iris sind unwillkührlich. Im Schlafe herrscht das kleine Gehirn vor, also hemmend auf die Fasern, welche in der *Medulla oblongata* entspringen, Bewegung vermehrend auf die Bewegungsfasern, die von ihm selbst ausgehen. Daher ist die Iris im Schlafe verengt, grade, als ob ein Lichtreiz eingewirkt hätte, ohne dass dies wirklich der Fall ist. Im Schlafe ist auch die Hodenbewegung stärker, daher auch nur Nachts Pollutionen entstehen, und nur bei Kranken während des Wachens. Sehr häufig tritt die Menstruation während des Schlafes ein. Ob auch die Bewegungen der Blase und des Mastdarms während des Schlafes häufiger sind, ist noch nicht bestimmt ermittelt. Denn dass die Entleerungen des Urins und Kothes im Schlafe seltner sind, kann vorzugsweise von der mangelnden Mitwirkung der Sphincteren herrühren.

Der Puls hingegen ist wegen des stärkeren Vorwaltens des kleinen Gehirns und grössern Zurücktretens der *Medulla oblongata* im Schlafe seltner. Vgl. *Hamberger physiol. med. Sect. III. cap.* 14.

Berichtigungen und Zusätze.

Pag. 2. Zeile 26. statt: genauererer lies: genauerer.
„ 3. „ 17. „ selbt „ selbst.

Zu pag. 6. Die geringe Empfindlichkeit, welche die Bewegungswurzel zeigt, rührt nach den neuesten Versuchen von Magendie und Krohnenberg von der Vereinigung der Empfindungswurzel mit der Bewegungswurzel her. Vergl. Müllers Archiv 1839. p. 360.

Zu pag. 12. No. 3. Einige Versuche von Hertwig und van Deen machen es wahrscheinlich, dass doch Empfindungsfasern der einen Seite mit solchen der andern Seite communiciren. Ich werde in den folgenden Heften dieser Untersuchungen auf diesen Gegenstand zurückkommen und durch neue Experimente die Wahrheit zu erforschen mich bemühen.

Zu pag. 15. Van Deen in seiner schätzbaren Schrift: *Nadere Ontdekkingen over de Eigenschappen van het Ruggemerg, bijzonder over den daarin gevondenen Zenuw-Omloop. Leiden. 1839.*, glaubt aus seinen höchst interessanten Versuchen an Fröschen auch ganz der Magendie'schen Meinung beitreten zu müssen; jedoch ausserdem, dass er nur an Fröschen experimentirte, scheint mir auch aus seinen Versuchen nicht nothwendig die daraus entnommene Folgerung hervorzugehen. Ich werde Gelegenheit nehmen, an einem andern Orte Deens Schrift weiter zu besprechen.

Pag. 32. Z. 23. statt: die Vierhügel lies: Reizungen der Vierhügel.

Pag. 32. Z. 34. statt: Bewegung, lies: Convulsionen.
„ 40. Z. 32. „ waren, „ war.

Zu pag. 44. nach Z. 24: Durchschneidet man einem Säugethiere in der Gegend des ersten Lendenwirbels das Rückenmark vollständig und führt eine Sonde unter den untern (vordern) Rückenmarkstrang, auf und ab, so sieht man bald Beugung, bald Streckung entstehen. Dies hängt von der Führung der Sonde ab; sobald diese an die motorischen Nervenwurzeln gelangt, (untersten

Lendennerven und Kreuzbeinnerven,) welche zu den Beugern der hintern Extremitäten geht, so erfolgt Beugung *et vice versa* Streckung.

Pag. 48. Z. 30. statt: fast lies: f e s t.
" 50. Z. 29. statt ein Comma setze einen Punkt.
" 61. Z. 16. " gibt lies: g i e b t.
" 61. Z. 24. zwischen „zeitig" und „für" setze „d i e"
" " " " statt: sein, die lies: s e i n,

Zu pag. 78. Ich nahm einem Mistkäfer die eine Hälfte des kleinen Gehirns weg; er wankte stets nach der verletzten Seite hin, grade so, wie es bei den Wirbelthieren geschieht; wenn er ruhig sass, war er ebenfalls nur nach der verletzten Seite hingewendet.

Pag. 102. Z. 7. statt: der Luftröhre lies: d e s K e h l d e c k e l s u n d d e r S t i m m r i t z e.

Pag. 121. Z. 4. nach: „so" setze: „a u s"
" 126. Z. 14. statt: durchschitt lies: d u r c h s c h n i t t.
" " Z. 25. " ou " d u.
" 127. Z. 20. " läge " l i e g t.
" 131. Z. 27. " Halswirbel " H a l s n e r v e n.
" 159. Z. 6. " einiger " e i n i g e n.
" 165. Z. 21. " angeborne " h a b i t u e l l.
" 173. Z. 2. " keinen " k l e i n e n.
" " Z. 26. " Reizen " S t e i g e n.
" 175. nach: „zähe" setze: der Schweiss trieft im Angesichte und auf der Stirn.

Pag. 178. Z. 28. nach: „bringen" Ja sogar wachsen während des Schlafs, wo das kleine Gehirn vorwaltet, die Haare stärker.

Untersuchungen

über das

Nervensystem.

Zweites Heft.

Von

Dr. Julius Budge.

Privatdocenten an der Universität zu Bonn; der niederrhein. Gesellschaft f. Nat. u. Heilk. zu Bonn ord., der Senkenbergischen naturforsch. Ges. zu Frankfurt a. M. corresp. Mitgliede.

FRANKFURT AM MAIN.

Jägers'che Buch-, Papier- und Landkarten-Handlung.

1842.

Druck von C. Koenitzer, Domplatz L. 172.

§. 1.

Fortgesetzte Untersuchungen über den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung des Herzens.

Jede Thatsache gewinnt um so mehr an Werth, je zugänglicher sie der Beobachtung gemacht werden kann, je leichter die Versuche zu wiederholen sind, die ihre Gültigkeit darthun. Nur dadurch tritt sie rasch in wissenschaftlichen Verkehr, ihre Wahrheit wird durch öftere Ueberzeugung bestätigt, sie wird berichtigt, vervollkomnet und kann andern erkannten Wahrheiten zur Stütze, Erläuterung und Ergänzung dienen.

Die Untersuchungen, welche ich über die Verrichtungen der Centralnerventheile angestellt habe, führten zu Resultaten, welche auf diesen Theil der Physiologie manches Licht verbreiten. Neben anderm ergab sich aus ihnen, dass keine Annahme irriger sei, als den *N. sympathicus* als einen Nerven zu betrachten, der seine Nervenkraft aus sich selbst ohne Mitwirkung des Gehirns, des Rückenmarks, zu entwickeln fähig sei, der nur mit diesen Theilen zusammenhänge, ohne von ihnen beherrscht zu sein, kurz der sich mehr den Cen raltheilen als den peripherischen Nerven anreihe; — eine Annahme, gegen die in neuerer Zeit vorzugsweise Valentin auf anderm Wege (vgl. dessen Schrift: *de funct. nerv.* und Müllers Archiv 1839 p. 139) angekämpft hatte. Aus jenen Untersuchungen ergab sich ferner, dass die Organe des Thierleibes, deren Bewegungen keine willkührliche sind, ihre Nervenfasern nicht nur ebenso, wie die willkührlichen, durch das

Rückenmark zum verlängerten Mark hinsenden, sondern noch viel weiter bis in die tiefsten Theile des grossen und kleinen Gehirns; dass also innerhalb des Schädels (bei Wirbelthieren) die ganze Nervenmasse des Körpers ihren Vereinigungspunkt hat. Wie zum Herzen jeder Tropfen Blut gelangt, der zu irgend einem Theile hinfliesst, so giebt es keine Nervenfaser von allen den zahllosen, die am ganzen Körper verlaufen, deren centrales Ende (gleichsam überwachend und überwacht) nicht innerhalb des Schädels läge. Die durch Gefühl getriebene Bewegung hat hier ihre Quelle, ihren Schlussstein. Hier ist das Thierische in seiner ganzen Eigenheit in kleinem Rahmen niedergelegt. Das vollständigste Zusammenfassen jedoch ist nur bei den vollkommensten Thieren. Je mehr sich die Geschlechter von dem idealen Bilde der Vollkommenheit entfernen, desto weiter wird der Rahmen; die Einheit nimmt ab, schwindet; die Fäden sind wurzellos, zerstreut geworden; fast nur wie durch Zufall scheinen sie derselben Masse, derselben Form anzugehören.

Nur nachdem ich sehr zahlreiche Versuche gemacht hatte, konnte ich eine Reihe von Thatsachen (s. Heft. I.) aufstellen, von denen die eben angeführten Beispiele sind. Eine seltene Gelegenheit, viele Thiere zu erhalten, ist mir an dem Orte, an dem ich früher wohnte, zu Theil geworden. Mit grosser Bereitwilligkeit unterstützten mich viele biedere Bewohner der Gebirgsgegend, in der ich als Arzt vielfach und in weiter Ausdehnung beschäftigt war, willfährlich in meinem Unternehmen theils aus Dankbarkeit, theils für geringen Lohn. Viele hundert Säugethiere und Vögel konnten zu Versuchen benutzt werden. Nur durch die grosse Menge ward es mir möglich, mit Sicherheit meine Aussprüche zu begründen.

Bei den bedeutenden Eingriffen, welche solche Versuche nöthig machen, erlischt das Leben im Central-

nervensystem häufig, ja gewöhnlich so rasch, dass jede Mühe fruchtlos bleibt und nur verhältnissmässig wenige Versuche entschädigen für die Ausdauer, die Geduld, die zu ihrer Ausführung gefordert wird.

In hohem Grade gilt dies von der Beziehung der Centralnerventheile zur Herzbewegung.

Es musste unser besonderes Bemühen sein, Versuche aufzufinden, die wenigstens in der Mehrzahl der Fälle ein günstiges Resultat gewähren und sie an Thieren ausführen zu können, die in hinlänglich grosser Menge ohne viel Schwierigkeit und Kosten stets zu haben sind; wo möglich an Fröschen.

Hinsichtlich der Herzbewegung ist mir dies gelungen und ich habe gegründete Ursache zu vermuthen, dass auch der Zusammenhang anderer Organe mit einzelnen Gehirntheilen sich eben so leicht und sicher wird zeigen lassen, wie dies von dem Zusammenhange des Herzens mit dem Centralsystem sich ergeben wird.

Um meinen Zweck zu erreichen, musste ich nach einem Mittel suchen, welches im Stande ist, den Herzschlag des Frosches in kurzer Zeit aufzuheben, ohne dass dadurch die Reizbarkeit des Rückenmarks und verlängerten Marks zugleich eben so rasch vernichtet wird. War ein solches Mittel aufgefunden, so war zu vermuthen, dass bei dem Frosche, bei dem das verlängerte Mark so lange Zeit noch ohne Blutzufluss fortlebt, Reizung dieses Theiles das zurückgesunkene Leben in der Peripherie von Neuem anfachen, die Herzschläge wenigstens beschleunigen könnte.

Schon bei früheren Versuchen an Fröschen, welche ich zu anderen Zwecken mit Quecksilber-Sublimat vergiftet hatte, war mir der schnelle Stillstand des Herzens aufgefallen. Während grade Frösche es sind, deren Herz nach dem Tode viele Stunden, ja einen ganzen Tag hindurch noch fortschlägt, sah ich oft selbst bei lebhaften

Thieren im Frühjahre schon nach 30, nach 40 Minuten, (oft aber auch erst nach längerer Zeit) das Herz stille stehen; und nicht selten bemerkte ich zu meiner Verwunderung, dass solche Frösche doch leichter Reizung durch grosse Sprünge auswichen, dass sie munter forthüpften. Auch das Athmen dauert wenigstens bei vielen noch lange fort, wenn die Herzbewegung ganz und gar aufgehört hat.

Diese Erfahrung benutzte ich zu dem vorliegenden Zwecke. Unbedingt ziehe ich den Sublimat dem Opium, welches ich mehrmals versuchsweise anwendete, vor. Die Wirkung des letztern Mittels auf Bewegung des Herzens fand ich niemals so rasch, so entschieden, als die des erstern. — Wie sich Strychnin verhalte, weiss ich nicht, da ich es zu diesen Versuchen nicht gebraucht habe. Ich glaube aber kaum, dass es den Vorzug verdient. Ich habe einige Mal Säugethiere mit Strychnin vergiftet, in der Hoffnung, nach dem Tode die Bewegung der innern Organe von den Centraltheilen aus leichter hervorrufen zu können, — aber grade den entgegengesetzten Erfolg gesehen. Wer an eben getödteten Säugethieren Versuche anstellen will, zu denen das Fortbestehen der Nervenreizbarkeit gefordert wird, der wolle ja niemals eine Vergiftung mit Strychnin als Tödtungsmittel gebrauchen.

Ich habe meine Versuche sämmtlich in den Wintermonaten gemacht; im November und December 1841. Die Temperatur der Luft überstieg den Gefrierpunkt um einige Grade. In dieser Zeit ist die Lebensthätigkeit der Frösche viel geringer, als im Frühjahr und Spätsommer. Wie alle Bewegungen langsamer erfolgen, so schlägt auch das Herz gewöhnlich seltner. Man kann die Häufigkeit des Herzschlags bei Fröschen vom Frühjahr bis zum Herbste durchschnittlich zwischen 60 und 70 Pulsen annehmen, im Winter übersteigt sie selten die Zahl 50, häufig erreicht sie kaum 40. — Der Sublimat bringt, wie mir schien, im Winter rascher das Herz zum Stillstande als

im Sommer; kleinere Gaben schienen schon energischer zu wirken. Doch darüber will ich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, weil ich während des Sommers hierüber zu wenige Experimente gemacht habe. Dies Eine jedoch sei erwähnt. Im September 1841 brachte dieselbe Gabe Sublimat, welche einen Monat später nach 16 bis 20 Minuten das Herz stillstehen machte, diese Wirkung durchschnittlich erst in einer bis zwei Stunden hervor.

Die Gabe des Sublimats, welche sich nach vielen Versuchen als die entsprechendste in oben genannter Jahreszeit zeigte, war $^1/_8$ — $^1/_6$ Gran. Grössere Gaben sind wegen ihrer zu plötzlichen Wirkung nicht rathsam. Sie scheinen die Thätigkeit der peripherischen Herznerven rasch und unwiederbringlich zu vernichten. Auffallend war mir besonders die Erscheinung, dass, während bei manchen Fröschen die Häufigkeit der Schläge kurz zuvor noch gar nicht abgenommen hatte, doch wenige Minuten nachher schon ein völliger Stillstand eingetreten war, ja oft der Art, dass kein Reiz — vom leichtesten mechanischen bis zum stärksten galvanischen — aufs Herz selbst angewandt, von Neuem die erloschene Bewegung hervorzurufen fähig war. Diese Beobachtung machte ich viel seltner bei Fröschen, die durch eine sehr kleine Gabe Sublimat vergiftet wurden. Hier ward eine allmählich erfolgende Abnahme der Pulsationen häufiger bemerkt, was für unsern Versuch von grosser Wichtigkeit ist.

Manchmal schon nach 10, in andern Fällen erst nach 20, ja 30 Minuten und mehr, ist die Häufigkeit der Herzschläge geringer geworden, ihre Stärke hat abgenommen. Ich habe nicht selten bei Fröschen vor der Beibringung des Giftes 48 bis 50 Herzschläge gezählt und 20 Minuten nach der Vergiftung nur 15 bis 18. Man konnte bequem mit der Sekundenuhr den Zeitraum zwischen den einzelnen Herzschlägen bestimmen. — Fast immer tritt später die Abnahme der Häufigkeit als der Stärke der

Herzschläge ein. Oft bemerkt man schon nicht mehr eine deutliche, auf beide Seiten des Herzens sich erstreckende Contraction und doch ist die Zahl der Contractionen noch genau dieselbe geblieben, welche vor der Vergiftung dagewesen ist. — Gar nicht selten kommt es vor, dass nur eine Hälfte der Herzkammer in Thätigkeit ist und die andere ruht. Ich habe nicht bemerken können, dass es immer dieselbe Seite ist, welche sich länger contrahirt, als die andere. Vielmehr war es bald die rechte bald die linke. Häufiger schien mir die Contraction der linken länger fortzubestehen.*)

Den Versuch führe ich auf folgende Weise aus. Die Hinterbeine des Frosches werden zusammen und festgebunden. An dem Ende des Brustbeins wird die Haut in einer Länge von 1½ Zoll nach vorne gegen den Kopf hin, eingeschnitten; dann grade unter dem *Manubrium* genau nach dessen Verlaufe ein Querschnitt gemacht, der Knorpel mit der Pinzette gefasst, dann losgelöst und das Schlüsselbein mit einer Nagelscheere weggebrochen, damit das Herz ganz frei zur Beobachtung da liegt. Sodann werden die Schläge mehrere Minuten lang gezählt, und zu

*) Bei Fröschen ziehen sich nicht alle Theile der Herzkammer gleich stark zusammen. Obwohl die Herzkammer ohne Scheidewand ist, so besteht doch die Contraction ganz in der Art, als ob eine solche Scheidewand existirte, nämlich gegen die Mitte hin. Da das in der Contraction begriffene Froschherz fast blassroth ist und bedeutend gegen das ausgedehnte viel dunklere absticht, so kann man durch den Grad der Färbung die Stärke der Contractionen wohl erkennen. Man braucht nur einmal die Herzbewegung eines Frosches zu betrachten, so wird man in der Mitte des Herzens eine dunkelrothe Stelle gewahr werden, welche nach Basis und Spitze hin blasser wird. Es ist unmöglich zu verkennen, dass diese Stelle sich weniger contrahirt. Ganz ähnlich bildet auch bei Säugethieren (dies kann ich auf vielfache Beobachtungen mich stützend behaupten) das *Septum* den Herztheil, gegen welchen die Seitenwände der Kammern sich contrahiren.

Schneidet man Fröschen die Herzspitze ab. so sieht man häufig zwei Blutströme, einen zu jeder Seite, welche in ihrer Mitte eine Stelle leer lassen. Ein *Septum* habe ich nicht gefunden.

je 15 Sekunden bemerkt. Gewöhnlich findet sich ihre Häufigkeit bei den einzelnen Zählungen ganz genau dieselbe. Der Mund wird mit einer Pinzette geöffnet, wogegen sich der Frosch immer lebhaft sträubt, dann ein Finger in die Mundhöhle gebracht und mit der andern Hand das bereit liegende, abgewogene Pulver von einer Karte oder durch eine Lanzette auf die Zunge gelegt. Gewöhnlich wird das Thier etwas unruhig, zuweilen sperrt es eine Zeit lang das Maul auf und macht mitunter mit den Vorderextremitäten Bewegungen, als wollt' es etwas wegwischen. — Zuweilen, doch nicht immer tritt auch noch später Unruhe, als Vorläufer von Apathie ein; nie entstanden Krämpfe. — Ist der Herzschlag so selten geworden, dass alle 5 bis 6 Sekunden nur eine Contraction erfolgt, so lege man das verlängerte Mark blos. Bei vielen Fröschen fand ich, dass durch diese Eröffnung allein schon der Herzschlag wieder vermehrt wurde und eine ganze Weile hindurch mehr Pulsationen gezählt werden konnten. — Wir werden später hören, dass es bei Fröschen ganz constant vorkömmt, dass wenn einmal das Herz durch irgend eine Ursache häufiger schlägt, nun diese Häufigkeit viel länger andauert, als bei Säugethieren. Bei diesen hört die Wirkung zwar auch nicht auf, sobald die Veranlassung ihren Einfluss zu äussern aufgehört hat, sobald z. B. der reizende Körper entfernt ist, sondern hält noch ungleich länger an, als dies bei den willkührlichen Muskeln der Fall ist. Jedoch schien es mir, dass der künstlich aus seiner Bahn gebrachte Rythmus länger bei Amphibien in seiner Abweichung so fortbesteht; ja manchmal bleibt er so, dass es ganz den Anschein einer neu entstandenen Episode verliert. So etwas habe ich nicht bei Säugethieren beobachtet. — Ich könnte manche Betrachtungen an diese Wahrnehmungen reihen, würde ich nicht fürchten, mich zu sehr von dem Gegenstande selbst zu entfernen.

Es ist nicht durchaus nothwendig, mit der Eröffnung des Schädels und obern Rückgraths zur Bloslegung des verlängerten Marks so lange zu warten, bis bereits der Herzschlag schon in starker Abnahme begriffen ist. Ich habe vielmehr bei vielen Fröschen sogleich nach Eröffnung der Brust die genannte Operation vorgenommen, ja noch vor derselben, und habe keine wesentliche Verschiedenheit bemerkt. Nur hat man bei der spätern Eröffnung den Vortheil, dass keine oder doch nur geringe Blutung vorkommt. Zu beiden Seiten des Hinterhaupts verlaufen nämlich beim Frosche ziemlich starke Arterien,*) welche,

---

*) Ich will hier kurz die in Betracht kommenden Arterien getreu nach der Natur anführen; eine genauere Beschreibung, welche nicht hierher gehören würde, werde ich an einem andern Orte geben. Der Aortenbulbus spaltet sich bald, nachdem er aus dem Herzen kommt, in 2 Hauptstämme, einen rechten und linken. Ein jeder von diesen theilt sich, nachdem einige Kranzadern zum Herzen abgegeben sind, bald in 3 Aeste, einen äussern, mittlern und innern.

a) Der äussere zerfällt wiederum in einen stärkern, *A. pulmonalis*, der in den Lungen und einen schwächern, der über dem Armgelenk nach aussen zur Rückenhaut laufend sich hier und in den Hautmuskeln verästelt.

b) Der mittlere spaltet sich in 3 Zweige, *A. abdominalis, brachialis* und *occipitalis*, welche beinahe an einer Stelle von einander in verschiedenen Richtungen abgehen. Von diesen haben wir nur den dritten Ast zu beachten. Er läuft über dem ersten Querfortsatz (des zweiten Wirbels) zum Rücken, gelangt mitten durch den *Protractor scapulae*, dem er Zweige giebt, kommt am Hinterhaupte zum Vorschein, läuft auf dem Schläfenbein einen Bogen von innen nach aussen bildend gegen das Auge, an dessen innern Rand bis zum Gesicht. Er giebt dem Gehirne Zweige und verbindet sich am Auge mit einer andern, gleich zu beschreibenden Arterie, die ich *A. temporalis* nenne.

c) Der innere trennt sich in 2 Zweige, von denen der eine, *A. lingualis*, nach oben verläuft, sich in der Zunge und deren Muskeln verbreitet; der andere (er ist durch eine schon oft erwähnte, aber wie mir scheint noch nicht gedeutete Erweiterung ausgezeichnet) sich in einem Bogen nach unten wölbt. Von ihm entsteht ein Aestchen, ich nenne es *A. temporalis*, welches hinter dem Auge unter der Unterkiefer-Schleimhaut an die Oberfläche des Schädels tritt, hier mit der *A. occipitalis* anastomosirt, hinter dem Auge verläuft, mannichfache Zweige an dasselbe abgebend.

Diese beiden Zweige sind es, welche bei Eröffnung des Schädels vorzugsweise leicht verletzt werden können; namentlich die *A. occipitalis*, deren Verletzung auch beträchtliche Blutungen veranlasst.

wenn man das ganze kleine Gehirn und das verlängerte Mark vollständig bloslegen will, nicht leicht geschont werden können. Obwohl bei Nervenversuchen an Fröschen nach vielfacher Erfahrung es gar nicht darauf ankommt, ob viel oder wenig Blut verloren gegangen ist, so ist doch eine Blutung höchst störend.

Ist das verlängerte Mark blosgelegt, so kann man entweder warten, bis das Herz völlig aufgehört hat zu schlagen, oder auch den Versuch bei dem so sehr langsam gewordenen beginnen. Letzteres ist vorzuziehen. Wartet man nämlich vollständigen Stillstand ab, so hat man oft zu lange gewartet; die peripherischen Herznerven haben ihre Reizbarkeit ganz und gar verloren und die stärksten Reize, auf das Herz selbst angewandt, vermögen nicht mehr Contractionen zu erregen. So deletär wirkt der Sublimat.

Doch oft genug habe ich auch nach gänzlichem Aufhören der Herzbewegung diese von Neuem wieder durch Reizung des verlängerten Marks erregt.

Ich muss hier eines möglichen Irrthums gedenken, in den man leicht verfällt. Momentan hört nämlich das Herz zuweilen zu schlagen auf, aber die Bewegungen beginnen von Neuem, auch ohne dass Reizung die Veranlassung ist, ohne dass das Thier im Geringsten beunruhigt ward oder auch nur sich bewegte. Ich habe Froschherzen — bei vergifteten Thieren häufiger, doch auch bei nicht vergifteten — 15 bis 30 Sekunden hindurch stillstehen bleiben, dann wiederum von Neuem wie zuvor sich bewegen gesehen. Dies geschieht aber nicht nur dann, wenn die Häufigkeit der Herzschläge schon bedeutend herabgesunken ist, sondern auch dann, wenn diese noch recht ansehnlich ist. Nachdem das Herz wieder pulsirt, zählte ich gewöhnlich durchaus nicht weniger, als vorher, ja in einigen Fällen sogar mehr und deutlich stärkere Schläge. — Ich habe aber eine ganz ähnliche

Erscheinung wie an Fröschen einige Mal an jungen Kazzen beobachtet, und zwar so bestimmt, dass von keiner Täuschung die Rede sein konnte. Die Fälle sind nicht selten, dass bei jungen Katzen das Herz nach dem Tode noch 1 bis 1½ Stunden fortschlägt. Einen völligen Stillstand und dann folgendes Wiederbeginnen der Herzbewegung ohne Reizung habe ich zwar niemals gesehen, jedoch ganz deutlich, dass das schwach schlagende Herz ohne alle äussere Einwirkung wieder stärker zu schlagen anfing und dass, nachdem einige Zeit vergangen war, dieselbe Erscheinung sich wiederholte.

Man weiss von den Bewegungsnerven, die zu willkührlichen Muskeln hingehen, dass ihre Einwirkung auf diese durch länger fortgesetzte Reizung abnimmt, erlischt. Wartet man eine Zeit lang, so sieht man von erneuter Reizung wieder Bewegung erfolgen. Bei den Herznerven, bei denen eine beständige Erregung, in den Kräften des Lebens begründet, vorausgesetzt werden muss, findet ein Aehnliches statt. Ob aber die Ursache in nachlassender Erregung oder in nachlassender motorischer Energie zu suchen, ist schwer zu ermitteln.

Kehren wir zu unserm Versuche zurück. — Hat man sich überzeugt, dass das Herz wirklich zu schlagen aufhörte, hat man in wenigstens 1 Minute gar keine Bewegung mehr beobachtet, so reize man das verlängerte Mark. Ich wandte meistens den Galvanismus, doch auch chemische Reizmittel, namentlich Salzsäure und *Kali causticum* an. In letzterm Falle wurde eine mit diesen Substanzen befeuchtete Nadel ins verlängerte Mark, gewöhnlich von der vierten Hirnhöhle, doch auch von der obern Fläche aus eingestochen. Im ersteren brachte ich einen Platindraht, der mit dem einen Pole einer galvanischen Säule von 3 bis 6 Plattenpaaren in Verbindung stand, quer unter das verlängerte Mark, den andern über dasselbe, oder ich stach beide Drähte in das verlängerte Mark neben einander ein.

Jene Art der Anwendung schien mir von besserm Erfolg als diese gewesen zu sein. Ungefähr 5 bis 10 Sekunden blieb das verlängerte Mark mit den Platindrähten in Verbindung. Durch die Reizung entstehen Zuckungen am ganzen Körper, welche bekanntlich nach Entfernung der Reizmittel auch aufhören. — Wurde hierauf der Frosch sogleich auf den Rücken gelegt, so sah man die Herzbewegung doch erst nach 15 bis 90 Sekunden wieder von Neuem entstehen; es dauerte dann eine Weile, bis sie wieder erlosch. Zuweilen jedoch waren es nur wenige Schläge, zuweilen hob sich nur 1 oder 2 Mal die Herzspitze gestreckt in die Höhe, zuweilen endlich ward nur eine Vorkammer zur Bewegung angeregt. Nicht selten aber blieb jede Wirkung aus. In diesem Falle habe ich nicht ein einziges Mal durch Reizung des Herzens selbst Bewegung erzeugen können, — was zum schlagendsten Beweise dient, dass in den peripherischen Nerven jede Reizbarkeit dahin war, also jede Möglichkeit zur Contraction benommen. Ich will nicht bezweiflen, dass die Jahrszeit wohl viel dazu beigetragen hat, dass die Reizbarkeit so schnell erlosch, — aber gewiss ist es doch höchst auffallend, dass ein so reizbares, so leicht bewegliches Muskelorgan so überaus rasch seine Bewegungs-Fähigkeit einbüssen kann.

Ungleich sicherer, lohnender wird der Versuch, wenn man nicht völliges Aufhören der Herzschläge abwartet, ohne dass er dadurch im Geringsten an Zuverlässigkeit verliert. Ich habe ihn sehr oft gemacht, habe ihn Vielen meiner Bekannten gezeigt, habe ihn selbst schon in der Vorlesung vor meinen Zuhörern wiederholt. Er ist mir ungefähr bei der Hälfte der angewandten Frösche gelungen. Wenn das Herz etwa alle 6 Sekunden 1 Mal sich zusammenzieht, beginne man die Reizung, ganz nach oben angegebener Art. Gleich nach der Operation ist noch keine Veränderung in der Häufigkeit eingetreten, ja einige Mal bemerkte ich durch dieselbe einen 15 bis 20 Sekun-

den dauernden Stillstand entstehen. Erst nachdem eine Zeit lang die Reizung vorüber, vermehren sich die Schläge. Die Vermehrung beträgt in der Minute oft 6, 8 ja 10 Schläge. Ein Beispiel möge erwähnt werden: Ein Frosch erhielt $^1/_6$ Gr. Sublimat, sogleich wurde das Herz blosgelegt, es schlug nun:

10 Uhr 23 Min.	in	15 Sek.	10 Mal;	$\frac{1}{2}$ Stunde später
10 „ 50 „	„	15 „	6 „	
Nach dem Galvanisiren mit 3 Platten . .	„	15 „	8 „	
11 Uhr	„	15 „	4 „	
nach dem Galvanisiren	„	15 „	6 „	

Es giebt Frösche, bei denen man recht lange die Herzbewegung vermehren und anregen kann und man würde es noch länger können, wenn nicht durch das öftere Einstechen die weiche Masse zerstört würde. Bei andern hingegen betrifft die Vermehrung der Schläge blos die Vorkammer und die Herzkammerbewegung bleibt ganz wie früher. — Bei dieser Gelegenheit erwähne ich eine Beobachtung, die mir viel Interesse bot. Wenn nämlich die Kammer schon aufgehört hatte, sich zu bewegen, hingegen die Vorkammern noch leise Contractionen machten, so geschah es zuweilen, dass von diesen aus jene wieder in Bewegung gesetzt wurde. Zuerst wurde die Bewegung der Vorhöfe häufiger und kräftiger. (Zuweilen schien's mir, als ob der erste Anfang der neuen verstärkten Bewegung nicht von den Vorkammern, sondern den Venenenden entstünde. Doch will ich dies nicht bestimmt behaupten.) Nachdem die Vorhöfe längere Zeit gegen die Kammer angestossen hatten, die bis jetzt ganz regungslos gewesen war, nachdem also eine grössere Blutmenge in die Kammer hineingebracht worden, hob sich oder streckte sich vielmehr diese nach vorn und fiel dann wieder zusammen und ruhte. Der Vorhof trieb wieder einige Zeit Blut in die Kammer, es entstand eine zweite Con-

traction, und der Zeitraum zwischen der folgenden dritten und der zweiten war kürzer als der zwischen der zweiten und ersten. Nach und nach wurden die Bewegungen häufiger und zuletzt gleichzeitig mit denen des Vorhofs. So lange sie auch vorher schon aufgehört hatte, sie dauerten jetzt in vielen Fällen längere Zeit fort.

Ist nun das Blut — als solches — Ursache dieser neuen Belebung oder ist es die mechanische Kraft, einestheils durch den Andrang der Vorkammer anderntheils durch die Anfüllung und Ausdehnung der Kammerhöhle mit Flüssigkeit, die zu neuen Bewegungen anregt? Ich wage nicht diese Frage mit Bestimmtheit zu beantworten.*)

---

*) Noch immer ist es dunkel, ob das Blut und vornämlich die Blutkörperchen blos ernährende, erhaltende oder auch erregende Eigenschaften besitzen. Beides muss man wohl unterscheiden. Man kann nicht behaupten, noch weniger beweisen, dass das Blut das verlängerte Mark zu Bewegungen anrege, da jeder organische Theil zu bestehen aufhört, wenn er nicht Blut erhält, das ihm seinen Sauerstoff und seine übrigen constituirenden Stoffe zuführt. Empfängt das verlängerte Mark kein Blut mehr, so erlischt die Bewegungs-Fähigkeit des Körpers, weil es kein verlängertes Mark mehr giebt, weil der Verwesungsprocess, den das Blut durch Zufuhr von Sauerstoff verhütet, nun eintreten kann. Aber darum ist das Blut keine Erregung. Erregung setzt voraus, dass die Existenz unversehrt sei, das Leben noch bestehe.

Wohl könnte man aber Erregung nennen, wenn das Eintauchen eines abgeschnittenen Muskelnerven in Blut Zuckungen hervorbrächte: Humboldt will Bewegungen durch Eintauchen in Blut an dem vorher bewegungslosen ausgeschnittenen Herzen eines Frosches beobachtet haben. Bestätigt sich der Versuch, so wäre er beweiskräftig für die Annahme, das Blut habe erregende Kraft. Mir gelang es bei Wiederholung nicht. Bei diesem Versuche ist jedenfalls nicht ausser Acht zu lassen, dass selbst das ausgeschnittene Herz, das zu schlagen aufgehört hat, zuweilen ohne alle Reizung wieder anfängt. Wichtig ist die Beobachtung von Purkinje und Valentin, dass die Flimmerbewegungen nach dem Tode sich am längsten durch Blut erhalten. — Es wird von Interesse sein, einer Beobachtnng hier zu gedenken, die ich in Beziehung des Verhältnisses zwischen Wimpern und Blutkörperchen öfters an Froschlungen machte. Es giebt wohl keine Schleimhaut des Froschkörpers, an der man mit grösserer Leichtigkeit, in grösserer Ausdehnung die Wimperbewegung beobachten kann, als an den hervorstehenden Schleimhautleisten der Froschlungen. Man bedarf hiezu nicht die geringste Vorbereitung, man legt die ganze oder einen Theil der Lunge auf ein Glasplätt-

Hatte ich nun auf diese Weise einen sichern, leicht auszuführenden Beweis aufgefunden, dass man vom verlängerten Mark aus Herzbewegung hervorrufen konnte, wenn sie schon aufgehört hatte, sie verstärken und vermehren konnte, wenn sie schwächer und langsamer geworden war, so blieb noch eine weitere Untersuchung übrig, um darzuthun, ob nicht auch von andern Stellen des Centralnervensystems aus eine Einwirkung auf den Herzschlag zu erzielen sei.

Ein Frosch wurde nach bekannter Art mit Sublimat vergiftet, nach 20 Minuten war der Herzschlag auf 6 Pulse in 15 Sekunden herabgekommen. Ich öffnete mit einer Nagelscheere die Schädelhöhle, so dass grosses und kleines Hirn vor mir lagen, bis zum obern Theil des Rückenmarks. Ich brachte die beiden Drähte einer Säule von 6 Plattenpaaren unter und über das grosse Gehirn, aber der Herzschlag wurde nicht vermehrt; ich brachte

---

chen oder zwischen zweien und beobachtet Stunden lang das schöne Phänomen, das, wenn ich nicht irre, einige Zeit nach der Trennung der Lungen noch deutlicher wird. Gewöhnlich ist auf der Schleimhaut etwas Blut geblieben; unter dem Mikroskop sieht man in grosser Anzahl die Körperchen. Nun hat man, wenn auch nicht immer, doch in sehr vielen Fällen den schönen Anblick, dass Blutkörperchen nach den Wimpern angezogen und wieder abgestossen werden. Fasst man ein oder einige Blutkörperchen, welche in einer mässigen Entfernung vom wimpernden Rande liegen, ins Auge, so sieht man erst langsame Bewegung gegen den Rand hin entstehen. Die Bewegung nimmt zu, je mehr es näher rückt, es wirbelt sich, stellt sich auf die Kante, wird wie im Fluge zu den Wimpern getrieben; es ist kaum an denselben, so entfernt es sich wieder und zwar gewöhnlich eine Strecke weit der Länge des wimpernden Randes nach, dann von ihm weg, so dass es einen Kreis beschreibt. Man sieht solcher tanzender, wirbelnder Blutkörperchen in kreisender Bewegung sehr viele; manchmal hat es den Anschein, als verfolgten sich zwei infusorielle Thiere. Aber eine genaue Beobachtung zeigt, dass die Bewegung nicht von dem Blutkörperchen, sondern den Wimpern abhängt, welche die Richtung und die Schnelligkeit bestimmen. Wie nun die Einwirkung des Bluts auf die Flimmerbewegung zu beurtheilen, will ich nicht entscheiden. — So viel wenigstens erhellt aus diesen kurzen Bemerkungen, dass man aus den vorhandenen Thatsachen noch nicht schliessen dürfe, dass das Blut erregende Eigenschaften besitze.

sodann beide Drähte mit dem kleinen Gehirn mehrfach in Berührung, so dass der galvanische Strom durch beide Hemisphären ging, doch das Herz bewegte sich nicht stärker. Ich wartete eine ganze Weile, reizte dann nach der oben angegebnen Art das verlängerte Mark und nun contrahirte sich das Herz in 15 Sekunden 8 Mal.

Ich nahm noch andere Frösche und sah dieselbe Erscheinung. Ich brauche nicht zu bemerken, dass auch oft Reizung des verlängerten Marks ohne Erfolg blieb, — das wurde schon erwähnt. In allen den Versuchen, welche ich zu diesem Behufe machte, die glücklich ausfielen, — es waren etwa 15, entstand niemals vom grossen oder kleinen Gehirne aus durch Reizung vermehrter Herzschlag. — Nur ein einziger Fall schien mir eine Ausnahme zu machen. In diesem bewegte sich das langsam schlagende Herz nicht durch Reizung des verlängerten Marks, wohl aber durch Reizung des kleinen Gehirns. Bei Wiederholung sah ich jedoch keinen Erfolg. Obwohl meine Ueberzeugung ist, dass diese Vermehrung nicht in Folge des Reizes entstand, so wollte ich doch, um Alles, was ich sah, treu zu berichten, diesen Fall nicht verschweigen.

Von besonderm Interesse erschienen mir die Fälle, in denen wiederholte Reizungen keine Wirkung hervorbrachten, so lang sie sich auf die Gehirntheile, deutliche, wo sie sich auf das verlängerte Mark erstreckten. Bei einer andern Anzahl von Fröschen hatte ich den ganzen Rückgrath geöffnet und nachdem das Herz selten genug schlug, erst die untern 2 Dritttheile des Rückenmarks gereizt, dann das verlängerte Mark. Jene Reizung blieb ganz ohne Wirkung, diese hatte Vermehrung des Herzschlags zur Folge. — Ein Versuch war mir besonders lehrreich, in welchem ich drei Mal an demselben Thiere gleiches Resultat sah.

Es giebt noch eine zweite Art denselben Beweis zu führen und auch diese habe ich zu grösserer Gewissheit

angewandt. Ich verglich nämlich die Zeit, in welcher der Herzschlag aufhört, je nachdem ich einen oder den andern Theil des Centralsystems zerstört hatte. Es ist zwar nicht unbekannt, dass durch Zerstörung des Rückenmarks und verlängerten Marks der Herzschlag von Fröschen ziemlich rasch aufhört, — aber ich hielt eine genaue Bestimmung doch nicht für überflüssig. Auch diese Versuche wurden in den Wintermonaten gemacht. Zu jeder Versuchsreihe wurden immer Thiere von gleichem Geschlechte, von ungefähr gleicher Stärke genommen.

a) Einem Frosche wurde die Brust geöffnet, das Herz schlug in 30 Sekunden 15 Mal. Das Thier wurde festgebunden, übrigens unberührt gelassen. Nach 3½ Stunden war der Herzschlag in 30 Sekunden 14 Mal. Nach 7 Stunden schlugen Kammer und Vorhof zwar schwächer, doch eben so häufig.

b) Einem andern Frosche wurde das Herz blosgelegt, es schlug in 30 Sekunden 16 Mal. Ich löste die ganze Haut ab und unterband beide Lungen. Nach einer halben Stunde schlug das Herz in 30 Sekunden nur 10 Mal, jedoch sehr kräftig, ebenso nach 1¼ Stunde. Nach 3 Stunden hatte die Seltenheit des Herzschlags noch mehr zugenommen, doch schlug es noch ganz kräftig.

c) Bei einem dritten Frosche schlug das blosgelegte Herz in 30 Sekunden 15 Mal. Ich nahm hier ebenfalls die ganze Haut weg, unterband beide Lungen, öffnete den obersten Theil des Rückgraths, zerstörte mit einer Sonde verlängertes Mark, Rückenmark, kleines und grosses Gehirn vollständig. Schon nach 5 Minuten hatte die Stärke des Herzschlags bedeutend abgenommen; die Häufigkeit war dieselbe geblieben. Nach einer halben Stunde war die Bewegung des Herzens nur schwer, nach 45 Minuten kaum, nach 2 Stunden nicht mehr der geringsten Spur nach erkenntlich. Kein Reiz war im Stande, die Bewegung von Neuem hervorzurufen.

d) Einem vierten Frosche wurden dieselben Nerventheile zerstört, ohne Haut und Lungen wegzunehmen. Vor der Operation Herzschlag in 30 Sekunden 15 Mal. Bald nach der Operation schien mir die Herzbewegung kräftiger geworden zu sein, (vielleicht eine Erscheinung der Reizung). Wenigstens war sie weder schwächer noch seltner. Schon nach Verlauf von weiteren 30 Sekunden war sie hingegen auf 13 Schläge innerhalb einer halben Minute herabgesunken, auffallend träger und minder energisch. Nach 4 Stunden schlug das Herz in 30 Sekunden nur 7 Mal und nach 5 Stunden hatte die Kammer völlig aufgehört zu schlagen.

Während also bei dem ersten Frosche nach 7 Stunden die Häufigkeit noch unverändert war, hatte sie bei diesem die Hälfte nicht mehr schon nach 4 Stunden; während bei gleicher Entziehung der Respirationsorgane bei dem dritten Frosche, dem die Nervencentraltheile zerstört waren, schon nach 45 Minuten der Herzschlag beinahe aufgehört hatte, war er bei dem zweiten nach 3 Stunden noch kräftig.

e) Ich nahm zwei starke weibliche Frösche von ganz gleicher Grösse und ungefähr gleichem Gewicht, legte beiden das Herz blos, welches auch bei beiden in 15 Sekunden 10 Mal schlug. Beiden löste ich die Haut ab, unterband die Lungen; eröffnete endlich den Rückgrath von oben bis über die Mitte. Beiden durchschnitt ich genau an derselben Stelle das Rückenmark, dem dritten Wirbel entsprechend, durch einen Querschnitt vollständig. Bei dem einen zerstörte ich hierauf von der Durchschnittsstelle bis an das kleine Gehirn die ganze Rückenmarkmasse; bei dem andern hingegen das ganze unter der Durchschnittsstelle liegende Nervenmark bis zum Ende. Bei beiden konnte von einem Einflusse auf das Athemholen nicht mehr die Rede sein, da die Respirationsorgane fehlten.

Bei dem ersten Frosch	Bei dem zweiten Frosch
schlug das Herz in 30 Sekunden	
nach 1 Stunde: 14 Mal	nach 1 Stunde: 20 Mal
„ 3 Stunden: 5 „	„ 3 Stunden: 15 „
„ 4 „ hatte die Herzkammer völlig zu schlagen aufgehört.	„ 4 „ 14 „

Die Verschiedenheit ist sehr frappant und belehrend.

f) Zweien Fröschen wurde das Herz blosgelegt, die Schädelhöhle und der obere Theil des Rückgraths geöffnet. Dem einen nahm ich durch einen dicht vor dem Anfang des verlängerten Marks geführten Querschnitt alle in der Schädelhöhle befindlichen Theile weg; dem andern das verlängerte Mark und den obern Theil des Rückenmarks bis an den dritten Wirbel.

Bei dem ersten Frosche	Bei dem zweiten Frosche
schlug das Herz innerhalb 15 Sekunden	
vor der Wegnahme der Gehirntheile 9 Mal	vor der Wegnahme des verlängerten Marks 10 Mal
Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden ebenfalls . . 9 „	Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden 4 „

Bei einem andern Frosche	Bei einem andern Frosche
nach Wegnahme der Gehirntheile . . 10 Mal	nach Wegnahme des verlängerten Marks 10 Mal
Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden 9 „	Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden . 5 „

Die Wegnahme des grossen Gehirns hatte bei einem der Frösche, wie mir schien, eine kurze Zeit Verstärkung (nicht Vermehrung) der Herzschläge zur Folge.*)

*) Kaum möchte ich glauben, dass diese Verstärkung des Herzschlags ein besonderes Verhältniss zwischen Gehirn und Herz andeute. Einmal kann man sich hierin, wenn der Unterschied nicht sehr auffallend, gar leicht täuschen; dann aber habe ich auch, wie schon oben bemerkt, nach Zerstörung des Rückenmarks eine solche Verstärkung zuweilen gesehen. — Es ist mir hingegen aufgefallen, dass durch Erregung von Schmerz und Zuckungen, durch anhaltende Bewegungen die Häufigkeit des Herzschlags bei Fröschen, so viel ich

Sowohl die erste Reihe von Versuchen mit vergifteten Fröschen, als auch die zweite eben erzählte, habe ich zum öftern wiederholt und bestätigt gefunden. Es würde ermüden, wollte ich jeden Versuch einzeln angeben. — Die Bemerkung darf ich jedoch nicht übergehen, dass zu den Vergiftungs-Versuchen am besten Männchen sich eignen. Viel öfter bleibt das Resultat bei Weibchen ungewiss. Ich habe daher diese gar nicht mehr gebraucht. Die Männchen der Frösche sind aber überaus leicht an der Drüse erkenntlich, welche sie an dem Daumen der Vorderextremität haben. Schon Swammerdam (Bibel der Natur p. 319) giebt sie als Kennzeichen der Männchen an. Sie ist zwar während der Begattungszeit stärker, aber sie verschwindet auch ausser der Paarungszeit im Winter nicht, wie Rösel (*histor. natur. ranar. nostrat. Norimb.* 1758 p. 3.) unrichtig bemerkt. Diese Drüse ist durch eine kleine Einschnürung in eine grössere und kleinere getheilt, gewöhnlich von grau-schwärzlicher Farbe. Sie enthält eine Anzahl weisser Körnchen, von denen jedes wieder eine grosse Menge kleinerer Körnchen einschliesst, die zirkelrund sind und eine Grösse von 0,00003 par. Z. haben. Ich werde sie genauer an einem andern Orte beschreiben.

Ich war begierig zu wissen, auf welche Weise der Sublimat vergiftend auf das Herz einwirkt, und machte zu dem Behufe eine Anzahl Versuche.

a) Ich streute einem Frosche auf das blosgelegte Herz Sublimatpulver zu $\frac{1}{4}$ Gran. Es war noch nicht

darüber beobachtete, niemals vermehrt wird. Wir vermissen also hier den innigen Zusammenhang zwischen willkührlichen Muskeln und dem Herzen, der bei Säugethieren, namentlich dem Menschen, so bedeutend ist. — Hingegen bemerkte ich nach Wegnahme grosser Organe, namentlich der Leber, zuweilen auch des verlängerten Marks, wie mir schien vorzüglich bei sehr empfindlichen Thieren, einen plötzlichen oft $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Minute dauernden Stillstand des Herzens, gewissermassen eine Ohnmacht.

eine halbe Stunde vorüber gegangen, so stand das Herz vollständig still. Alle Reize, welche ich auf dasselbe anwandte, waren nicht mehr im Stande, von Neuem Bewegung hervorzurufen; — eben so wenig, wie vorauszusehen, Reizungen des verlängerten Markes. Der losgebundene Frosch hingegen entschlüpfte meinen Händen, indem er munter fortsprang.

Ich habe diesen Versuch sehr oft mit immer gleichem Erfolge wiederholt. — Beim Beginnen dieser Untersuchungen dachte ich auf diese Weise den leichtesten Weg gefunden zu haben, um die peripherische Nervenreizbarkeit abzustumpfen. Aber ich kam so nicht zum Ziele. Gewöhnlich war die Reizlosigkeit bald so stark geworden, dass die Erregung vom Centralende ohne allen Erfolg blieb.

Das Herz, welches durch örtliche Einwirkung paralysirt wurde, war eingeschrumpft, faltig, sehr blass geworden. Das Blut schien mir dunkler, schwärzer geworden, — was mir aber in einigen Fällen besonders auffiel, war eine bedeutende Blutanhäufung auf der untern (vordern) Fläche des verlängerten Marks und des Gehirns.

b) Einem andern Frosche wurde das ganze Rückenmark und verlängerte Mark zerstört und auf das blosgelegte Herz Sublimat gestreut. Nach eben so kurzer Zeit, wie beim vorigen Versuche, war Stillstand eingetreten, der durch keinen Reiz zu beseitigen gewesen wäre.

Ich legte mir zuerst die Frage vor: wirkt der Sublimat zerstörend auf das Blut und bringt auf diese Weise das Herz zum Stillstand? Es war dies von vornherein als die alleinige, hauptsächliche Wirkung, nicht wahrscheinlich. Denn wenn man einem Frosche die Herzspitze abschneidet oder eine grössere Ader öffnet, um eine sehr grosse Blutmenge zu entziehen, so schlägt das Herz in der Mehrzahl der Fälle noch viel länger fort, als nach Vergiftung mit Sublimat; sei es dass man diesen durch den Mund oder lokal an dem Herzen selbst anwendet.

Hingegen darf man desshalb den Einfluss des Sublimats auf's Blut nicht läugnen wollen. Seine Wirkung auf das *Serum* ist bekannt. Es ist die Wirkung des Sublimats auf Eiweiss. Geringer scheint die auf die Blutkörperchen zu sein. Vermischte ich einen Blutstropfen, rein oder mit Zuckerwasser verdünnt, mit einer grössern oder geringern Menge Sublimat, so fand ich, ganz wie Pappenheim, (vgl. dessen Schrift: *De cellularum sang. indole ac vita. Berl.* 1841), die Blutkörperchen unverändert. Ihre Gestalt blieb wie zuvor, ihre Kerne, die körnige Masse zwischen diesem und der Hülle war deutlich erkenntlich. Nur bemerkte man mehr Eiweissflocken unter dem Mikroskope, welche sich bekanntlich als eine eigenthümlich kleinzellige, ungleiche Masse zeigen. Doch war auch das nicht constant. — Bei Fröschen, welche durch Sublimat vergiftet waren, untersuchte ich das Blut sogleich nach dem Stillstand des Herzens. Ich fand die meisten Blutkörperchen in jeder Beziehung normal, andere jedoch und wie mir schien mehr, als beim Vermischen des Blutes mit Sublimat bemerkbar war, in einem unvollkommneren Zustande, so einige, von dem Aussehen, als ob ein Stück herausgebissen wäre; andere rund, andere vieleckig. (Vgl. auch Pappenheim, l. c.) Doch ist es hinlänglich bekannt, dass solche Uebergangsformen der Blutkörperchen sehr häufig bei ganz gesunden Thieren gefunden werden, (vgl. C. H. Schultz, System der Cirkulat. Stuttg. u. Tüb. 1836.) — Ich glaube daher annehmen zu müssen, dass der Sublimat auf die Blutkörperchen keine eigenthümliche Einwirkung zeige, welche stark genug wäre, um dem Herzen die zu seinem Bestehen nothwendige Nahrung zu entziehen.

c) Ich zerstörte einem Frosche das ganze Rückenmark von der vierten Hirnhöhle bis zum letzten Wirbel, öffnete die Brusthöhle und streute Sublimat auf die Zunge. Das Herz schlug noch, wenn gleich sehr selten, nach 5

Stunden, — eine Erscheinung, welche in dieser Jahreszeit niemals nach einer Sublimat-Vergiftung vorkommt. — Ich wiederholte denselben Versuch an 3 anderen Fröschen und auch hier schlug das Herz noch nach 3 bis 4 Stunden.

Dies Phänomen konnte auf dreierlei Weise erklärt werden; entweder ist zur Wirksamkeit des Giftes erforderlich, dass dasselbe in den Magen gelangt, hingegen geschieht die Resorption von der Mundhöhle aus nur langsam oder gar nicht. Da aber durch Zerstörung der Medulla die Bewegungen aufgehoben werden, so kann der Sublimat nicht bis zum Magen gelangen. Oder zweitens die Zerstörung des Marks hebt zugleich die Resorptionsfähigkeit ganz auf; angenommen, der Sublimat wirkte lähmend auf die peripherischen Herznerven, so könnte er bei erloschener Resorption nicht bis zu ihnen gelangen. Endlich konnte drittens die Wirkung des durch das Blut anfgenommenen Sublimats von den Centralenden der Herznerven, vom verlängerten Mark ausgehen. Sie würde ausbleiben, wenn dies zerstört ist. — Um zu prüfen, für welche dieser drei Annahmen am meisten die Erfahrung spricht, habe ich folgende Untersuchungen angestellt:

d) Zweien Fröschen schnitt ich den Magen, die Speiseröhre und einen Theil des Schlundes hinweg, und streute ihnen hierauf Sublimatpulver auf die Zunge. Bei dem einen stand das Herz nach einer halben Stunde vollständig still und konnte durch äussere Reize nicht mehr zur Contraction gebracht werden. — Bei dem andern schlug schon nach 10 Minuten das Herz äusserst schwach; aber erst nach 45 Minuten hatte es völlig aufgehört. Starke mechanische Reize brachten hingegen wieder erneute Bewegungen hervor, welche noch eine Weile andauerten, dann nicht mehr hervorzurufen waren.

Hieraus folgt, dass zur Paralyse der Herzbewegung durch Sublimat nicht erforderlich ist, dass der Sublimat

in den Magen gelangt; er kann vielmehr auch von der Schleimhaut der Zunge aus resorbirt werden.

Wir wenden uns zur zweiten Frage: Wird durch Zerstörung des Rückenmarks die Resorptionsfähigkeit vermindert oder aufgehoben? — Zur Lösung war es zuerst nothwendig, einige vorläufige Versuche über die Resorption bei Fröschen vorher anzustellen. Ich brachte Kaliumeisencyanür in verschiedenen Quantitäten in eine Schenkelwunde bei einigen Fröschen. Ich untersuchte nach einer halben nach 2 Stunden das Blut, welches aus dem Herzen genommen war. Aber Eisenoxydsalz brachte keine Spur von Reaction hervor. — Ich goss zwei andern Fröschen das genannte blausaure Salz durch den Mund ein, untersuchte nach 12 Minuten bei dem einen, nach 4 Stunden bei dem andern; das Blut zeigte durch das Reagenz keine Spur des Salzes. — Ich vermischte gesundes Froschblut mit einem Tropfen einer sehr verdünnten Lösung des blausauren Salzes, und im Augenblicke des Zutröpfelns eines Tropfens einer eben so verdünnten Lösung eines Eisenoxydsalzes entstand die bekannte dunkelblaue Färbung. — Mehr Versuche habe ich über diesen Gegenstand nicht gemacht. Er verdiente fernere Berücksichtigung. Ich weiss nicht zu erklären, woher diese sonderbare Erscheinung rührt. Kaum kann ich glauben, dass in der Art des Experimentirens ein Versehen statt fand.

e) Vier Fröschen strich ich unter die Haut des Oberschenkels, in den ich einen kleinen Einschnitt gemacht hatte, je einen halben Gran Sublimat. Bei dem einen hatte nach 1 Stunde, bei dem andern nach 50 Minuten, bei dem dritten erst nach $2^1/_2$ Stunden, bei dem vierten nach $2^3/_4$ Stunden das Herz vollständig zu schlagen aufgehört. Obwohl also auch auf diese Weise die Resorption des Giftes möglich ist und gleiche Wirkungen hervorbringt, so ist sie doch viel langsamer und unsicherer. In der Jahrszeit, in welcher ich die Versuche anstellte dauerte es nie

1 Stunde, ehe Wirkung des Sublimats auf's Herz eintrat, wenn das Mittel durch den Mund beigebracht wurde.

Als ich bei einem der letztgenannten Frösche 1 3/4 Stunden nach der Vergiftung das Herz stark mechanisch zerrte, entstand keine Spur von Bewegung dieses Organs, hingegen eine Athembewegung.

f) Ich brachte einem andern Frosche ebenfalls unter die Haut des Oberschenkels Sublimat in hinlänglich grosser Quantität, zerstörte hierauf das verlängerte Mark und den obern Theil des Rückenmarks. Das Herz schlug noch nach 5 Stunden, nach welcher Zeit es aufhörte.*) Der Sublimat hatte also gar nicht auf das Herz gewirkt. Denn das Herz schlägt eben so lange bei jedem Frosche in dieser Jahreszeit, dem das verlängerte Mark zerstört ist.

Man könnte diesen Versuch nur auf zweierlei Weise erklären; entweder kann durch das verlängerte Mark die Resorptions-Fähigkeit in entfernten Theilen aufgehoben werden oder der Sublimat wirkt eigenthümlich vergiftend auf die Centralenden der Herznerven. Denn eine dritte Annahme, das Gift werde nicht fortgeleitet, weil etwa durch die angegebene Operation der Blutlauf unterbrochen sein könne, ist sowohl durch das Fortbestehen der Herzbewegung als auch durch die Beobachtungen Anderer, welche ich bestätigen kann, dass nach Zerstörung des Rückenmarks der Blutlauf nicht leidet, als unstatthaft zu betrachten.

---

*) Bei diesem Versuche bemerkte ich eine Erscheinung, die mir zwar unerklärlich ist, doch mir der Mittheilung werth zu sein dünkt. Als ich 2 Stunden nach verrichteter Operation nach dem Frosche sah, bemerkte ich abwechselnd, bald mit dem rechten, bald mit dem linken Hinterbein, ein Anziehen an den Bauch. Diese Anziehung fiel immer mit einem Herzschlage zusammen. Jedoch nicht bei jedem Herzschlage fand es statt. Im Anfange, als ich es bemerkte, begleitete es regelmässig den zweiten Schlag, so dass es einen übersprang, und zwar wie gesagt, erst das eine, dann das andere und regelmässig so fort. Nach einiger Zeit wurde die linke Seite träger, es kamen auf 2 Bewegungen rechts, eine links; dann nach 4 jener, 1 dieser. Endlich hörte zuerst die linke, dann viel später die rechte Seite ganz auf. Das Herz schlug noch fort.

Die erste der oben angegebenen beiden Annahmen schien mir nicht wahrscheinlich. Denn setzen wir auch als erwiesen, die Resorption sei durch das Nervenleben bedingt, so war nicht glaublich, dass der untere unversehrte Theil des Rückenmarks so schnell, grade in dieser Beziehung, durch die Trennung vom verlängerten Mark seine Kraft einbüssen würde, — da es bekannt ist, dass auch andre Funktionen bei Fröschen noch so lange nach der Trennung in dem Theile fortbestehen, der Rückenmark besitzt.

g) Ich brachte einem Frosche in eine Schenkelwunde eine hinlänglich grosse Menge Sublimat und zerstörte vom vierten Wirbel an abwärts das Rückenmark. Es folgten (wider mein Erwarten) keine Vergiftungs-Erscheinungen. Der Frosch lebte so lange, als ein andrer, der, nachdem ihm das Herz blosgelegt war, ohne weitere Eingriffe zu erleiden, daneben gelegt wurde. Bei einem andern hatte nach derselben Operation, noch 10 Stunden lang das Herz geschlagen, der Sublimat war also ganz wirkungslos geblieben.

Trotz dem, dass theoretische Gründe dafür zu sprechen schienen, dass die Zerstörung des Rückenmarks nicht sobald die Resorptionsfähigkeit aufzuheben vermöchte, geht aus den vorliegenden Versuchen dennoch das Gegentheil hervor. Es wäre von der grössten Wichtigkeit, weitere Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, wozu jedoch ein andres Mittel als Sublimat zu wählen sein würde; ein Mittel, welches rascher als dieses von den untern Körperstellen aus aufgesogen wird. *)

---

*) Der Winter scheint mir zu solchen Versuchen geeigneter, als die andern Jahreszeiten. Die Haut der Frösche tränkt sich dann mit dem Wasser, in welches sie gesetzt sind, viel mehr; ein Einschnitt in die Haut lässt oft schon eine Menge ausfliessen, noch mehr ein solcher in den Unterleib. Die Flüssigkeit ist reines oder doch fast reines Wasser. — Auch möchte der Umstand, dass im Winter die Frösche beinahe nichts verzehren, eben so begünstigend sein, da das Fasten die Resorption befördert.

Aus den angegebenen Versuchen geht mithin nicht mit Bestimmtheit hervor, ob der Sublimat allein auf die peripherischen oder auch auf die Centralnerven des Herzens wirkt, obwohl letzteres höchst wahrscheinlich. Hingegen folgt aus dem Versuche *b*, dass die Centralenden jedenfalls allein nicht die Bedingung sind, dass das Herz durch Sublimat zum Stillstand gebracht wird. Ob vielleicht auch die Muskeln eigenthümlich affizirt werden, will ich nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Doch ist dies mir unwahrscheinlich. Die Muskeln des Herzens gehören zu den quergestreiften, wie die willkührlichen und doch bleiben die letztern von der Sublimatwirkung unberührt. *)

Aber kehren wir zu unserm Hauptthema zurück. — Aus allen den vielfachen Versuchen konnte also der Schluss gezogen werden, dass die Quelle der Herzbewegung im verlängerten Marke zu suchen ist und wenn auch vielleicht einzelne Nervenfasern noch weiter gehen (s. oben p. 15), so waren dies jedenfalls nur sehr unbedeutende, mehr als Verbindungsfäden zu betrachten. Auf welchem Wege die im verlängerten Mark erzeugte Kraft sich nach den Muskeln hin verbreitet, in denen sie sich äussern kann, hat zum Theil schon Volkmann (Müllers Archiv 1838 p. 87) gezeigt. Ich will dessen Beobachtungen mit seinen eignen Worten anführen. »Nichts ist sonderbarer, als der Einfluss des *Vagus* auf die Herzbewegung. Ich hatte bei einem Frosche Hirn und Rückenmark durch ein Stilet zerstört, so dass alle Reflexbewegungen vernichtet waren, hatte die vordern Extremitäten und das Brustbein

---

*) Die besondere Einwirkung gewisser Mittel, z. B. der *Drastica*, scheint nur von dem Centralnerven-System zu erfolgen, cf. Budge über Empfindung etc. im Darmkanale im: Organ f. ges. Heilk. Bonn 1840, p. 122. Es ist dies eines der unerklärlichsten Phänomene, dass unter den vielen scheinbar gleichartigen Nervenfasern die einzelnen Mittel gerade auf eine bestimmte Reihe wirken, die andern nicht affiziren. Neben der äussern so grossen Aehnlichkeit eine so auffallende innere Verschiedenheit.

mit möglichster Schonung der grossen Gefässe weggenommen, und den Eingeweideast des *Vagus* freigelegt. Ungefähr $^1/_4$ Stunde nach dem Tode des Thieres begann ich den *Vagus* mittelst einer galvanischen Säule von acht Plattenpaaren zu 4 □ Zoll zu reizen, indem ich unaufhörlich die Kette schloss und öffnete. Unmittelbar vor dem Versuche hatte das Herz in jeder Minute 20 Schläge vollendet, in der zweiten Minute, nach Anwendung des Reizes, zählte ich 33 Schläge, in der dritten, vierten und fünften Minute desgleichen. Die Versuche wurden nun ausgesetzt. — $^3/_4$ Stunden nach dem Tode des Thieres schlug das Herz noch immer 29 Mal in jeder Minute. — Nach Reizung des *Vagus* schlug es in der zweiten Minute 11 Mal, in der dritten 31 Mal, in der vierten 34 Mal! In der zweiten Minute, wo nur 11 Schläge gezählt wurden, fand keineswegs allgemeine Verlangsamung des Pulses statt, sondern ein unverkennbares Intermittiren desselben, wobei 5 — 6 Pulsschläge hintereinander ausfielen. Bemerkenswerth ist noch, dass das Herz in der zweiten Minute auffallend kleine Contractionen zeigte, während diese vor und nach der Zeit die gewöhnliche Grösse hatten. — Zwei Stunden nach dem Tode des Frosches wurden die Versuche zum drittenmale aufgenommen. Vor Anwendung des galvanischen Reizes wurden minütlich 25 grosse Contractionen, in regelmässigen Intervallen, bemerkt. Nachdem der *Vagus* eine Minute lang galvanisirt worden war, zählte ich in der zweiten Minute 26 Schläge, in der dritten nur 16! Die Intervallen zwischen den äusserst kleinen Contractionen schienen im Allgemeinen sich nicht verändert zu haben, vielmehr setzten acht bis zehn Pulsationen hintereinander ganz aus, so dass das Herz fast eine halbe Minute lang in Ruhe blieb. — Eine reichliche viertel Stunde später wurde die vierte Reihe von Versuchen angestellt. Das Herz zeigte jetzt zwanzig regelmässige Pulsationen in der Minute. Nachdem der *Vagus* gereizt

worden war, zeigten sich in der zweiten Minute vier kaum merkbare Contractionen in den gewöhnlichen Intervallen, dann stand das Herz $1^1/_2$ Minuten lang vollkommen still, worauf eine einzelne kleine Contraction erfolgte. Der galvanische Reiz wurde jetzt entfernt und nun ergaben sich 26 grosse und regelmässige Contractionen in der Minute.«

Diese Beobachtungen sind eben so wahr als interessant. Das Aufhören des Herzschlags ist von derselben Art, wie das, was ich bereits oben erwähnt habe. Ein eminenter Eingriff in's Leben, eine übermässige Reizung, Wegnahme eines wichtigen Organs — alle die Ursachen können den Stillstand erzeugen. Er hörte auf, als die starke Reizung nachliess und nun trat die normale Wirkung ein.

Ich habe ebenfalls eine Reihe von Versuchen über den Einfluss des *N. vagus* und des *N. sympathicus* auf Herzbewegung bei Fröschen gemacht, ohne die Centraltheile zu zerstören. Einem Frosche wurden beide Hinterbeine fest zusammengebunden, ebenso die Vorderbeine auf den Rücken. Ich machte einen Einschnitt durch die Haut vom Kinn bis an das untere Ende des Brustbeins, schlug die Haut beiderseits zurück, löste das obere Ende des Brustbeins von den angehefteten Muskeln *(Sternohyoidei)* und Zellgewebe los, ebenso das übrige Brustbein und Schlüsselbein, durchschnitt letzteres auf beiden Seiten mit einer starken Scheere und hatte so das Herz vor mir liegen. Hierauf wurde an der einen Wand des Unterkiefers zuerst der *M. mylohyoideus externus* gelöst oder in seiner Mitte durchschnitten, ebenso durch die andern Muskeln (*genioglossus, hyoglossus*) und Schleimhaut neben der Zunge, mit möglicher Schonung der Blutgefässe ein Weg zur Schleimhaut der obern Fläche der Rachenhöhle gebahnt, und endlich auch diese durchschnitten. Ich hatte nun, wenn mit einem Häckchen das Gelöste zurückgehalten wurde, die untere Schädelfläche und die ersten Wir-

bel frei vor mir. Mit einer Nagelscheere wurde etwas tiefer, als da, wo der *N. sympathicus* durch das *Foramen condyloideum* aus dem Schädel tritt, der Knochen behutsam weggebrochen und die untere Fläche des verlängerten Marks blosgelegt. Das innere Ohr wird zugleich mit geöffnet. Die weisse Kalkmasse fällt sogleich in die Augen. Wenig hinter derselben entspringt aus dem verlängerten Mark der *N. vagus*, er steigt zuerst etwas aufwärts, geht dann in einem starken Winkel nach aussen und etwas nach unten durch eine kleine Oeffnung des Hinterhaupts. An seinem Austritte geht öfters ein kleines Band über ihm hinweg. Hier liegt der *N. sympathicus*, an seiner dunkleren Farbe kenntlich über ihm, mit ihm ein Kreuz bildend. Er legt sich ganz nahe ihm an, giebt kleine Zweige zwar an das gleich zu erwähnende *Ganglion* ab, verbindet sich aber selbst, wie Volkmann mit Recht bemerkt, nicht mit diesem. Dieses liegt vielmehr in der Regel etwas mehr nach aussen. Es ist von gelblicher Farbe. Der *N. vagus* läuft, nachdem er das *Ganglion* gebildet, eine Strecke nach aussen und etwas nach oben ungetheilt weiter, ehe er sich in seine 3 Aeste spaltet, worüber vgl. Volkmann in Müllers Archiv, 1838. p. 78.

Ich reizte bei dem noch lebenden, ziemlich muntern Frosche die untere Fläche des verlängerten Marks, den Ursprung des *N. vagus*, den *N. sympathicus* verschiedentlich stark; sah jedoch keine Vermehrung der Herzschläge. Ihre Zahl blieb wie zuvor. — Ich wartete ab, bis die Herzbewegung langsamer geworden war, dies war schon bei diesem Frosche nach 2 Stunden, bei einem andern erst nach 4 Stunden der Fall. Nun reizte ich das *Vagus*-Ende und sah sehr bald Vermehrung der Herzschläge. — Ich wartete hierauf den völligen Stillstand der Kammer ab, reizte den abgeschnittenen *N. sympathicus* mit der Spitze einer Stecknadel, und schon dieser leise Reiz war im

Stande, die ruhige Kammer von Neuem in Bewegung zu setzen; ja sie blieb also eine ganze Weile. — Ich wartete von Neuem die eingetretene Ruhe ab und sah durch Reizung desselben Nerven durch Salpetersäure denselben Erfolg. Es dauerte nur kurze Zeit, bis die Wirkung eintrat, kürzer als dies nach Reizung des verlängerten Markes und wie mir schien auch des *Vagus* zu geschehen pflegt. — Auch vom *Vagus* aus wurde das Herz wieder in Bewegung gesetzt, und sowohl von dem *Ganglion* selbst aus als von der Stelle, wo dieser Nerve neben dem verlängerten Mark liegt, wobei es aber schwer ist, zu bestimmen, ob der Reiz nicht auch das Mark mit getroffen hat, da der Raum so sehr klein ist.

Die Eigenthümlichkeit, dass bei den noch starken Thieren Reizung der Centraltheile und der Nervenursprünge Herzbewegung zu veranlassen nicht im Stande war, hatte für mich nichts Neues mehr. Ich kann behaupten, dass es nur ausnahmsweise vorkam, dass eine solche Vermehrung bei kräftigem Herzschlage entstand; jedoch sah ich es. Gewöhnlich reizte ich, bei Fröschen wenigstens, ganz vergeblich. Erst dann, wenn die Herzschläge sehr abgenommen hatten, wenn sie still standen, war die Reizung von Erfolg. Bei Säugethieren lässt sich häufiger das stillstehende Herz erregen, als das langsam schlagende verstärken. Man könnte vermuthen, dass solange das Leben des Gehirns noch in voller Thätigkeit bestünde, wäre der Einfluss des Rückenmarks beschränkter, gezügelter. Man weiss, dass Reizungen der Empfindungsnerven lebhafte, leichte Bewegungen zur Folge haben, wenn das Gehirn nicht mitwirkt, — bei Geköpften, bei Gelähmten. Könnte man nicht glauben, dass auch hier das Gehirn leitend die Ordnung des Lebens handhabe, nach Vorstellungen der Willkühr bei den willkührlichen Muskeln, nach dem Gesetze der thierischen Nothwendigkeit bei den unwillkührlichen?

Ich habe schon früher (Heft I. p. 142) zu zeigen ge-

sucht, dass das grosse Gehirn Einfluss auf die Herzbewegung äussere. Ich sprach dort von Säugethieren, wies ihn beim Menschen nach. Aber auch bei niedern Thieren ist er sichtlich; auch bei Fröschen lässt er sich beobachten. Enthauptet man einen Frosch so, dass das verlängerte Mark ganz unversehrt bleibt, selbst auch das kleine Gehirn, so findet man, wenigstens bei sehr vielen Fröschen, eine merkwürdige Veränderung in dem Herzschlage. Ich zählte bei einem Frosche 3 folgende Minuten hinter einander jedesmal 40 Schläge in der Minute, öffnete den Schädel und nahm durch einen Schnitt den Kopf dicht vor dem kleinen Gehirn weg. Das Herz stand eine halbe Minute lang still. Es schlug dann 1 Minute mit grossen Intermissionen, dann eine längere Zeit nur 28 Mal. — Bei einem andern Frosche schlug des Herz in der Minute 27 Mal; ich schnitt den Kopf an derselben Stelle weg. Das Herz stand auch hier still. Seine Schläge wurden sodann intermittirend, dann anhaltend; aber mehrere Minuten hindurch nur 14 Mal, dann kehrte die frühere Häufigkeit wieder. — Ich sah niemals durch Wegnahme eines andern Organs eine solche Abnahme entstehen; nach dem Stillstand war der vorige Schlag wieder unverändert zurückgekehrt.

Was wir hier vom Herzen sahen, dasselbe ist bekanntlich hinsichtlich der willkührlichen Bewegungen zum Theil der Fall. Nach der Enthauptung fehlt häufig jede Spur von sog. Reflexbewegung; etwas später ist sie in auffallender Stärke eingetreten. Wie ist es mit dem Herzen? Das beständig sich bewegende Organ wird träger nach der Entziehung des Gehirneinflusses, aber nach einiger Zeit kehrt seine Thätigkeit zurück. Ist sie auch stärker geworden? Meinen Versuchen nach muss ich die Frage verneinen. So oft ich sie wiederholte, nie war ich im Stande die Zahl der Herzschläge höher zu steigern, als sie vor jedem Eingriff war. Sie stieg weder von selbst,

noch vermochten Reizungen des verlängerten Marks dies zu bewerkstelligen.

Nach dem, was mich bis jetzt meine Versuche gelehrt haben, kann ich von einer früher ausgesprochenen Ansicht nicht abgehen; nicht glauben, dass das grosse Gehirn bewegende Nervenfasern des Herzens enthalte, muss vielmehr diesem Organe eine ihrem Wesen nach noch unbekannte Befähigungskraft zu Bewegungen zuschreiben.

Endlich sei noch dies erwähnt. Ob der *Sympathicus* Herzbewegungen veranlasse, weil er mit dem *Vagus* vielfach communicirt, oder aus anderer Quelle, vielleicht durch den *Trigeminus,* ist wohl bis jetzt noch nicht vollkommen zu ermitteln.

So weit waren meine Untersuchungen über Herzbewegungen gediehen und bereits niedergeschrieben, als mir Valentins Versuche über die Thätigkeit des Balkens (Repert. 1841, p. 359) zukamen. — Durchschnitt Valentin bei lebenden Kaninchen den Balken, so sah er sogleich nach vollbrachter Operation bedeutende Vermehrung des Herzschlags, so, dass seine Doppelschläge an das verstärkte Schlagen einer Uhr oder an das Klappern einer Mühle erinnerten. Bei eben getödteten noch reizbaren Thieren bemerkte er häufig, durch Reizung des Balkens, mittelst mechanischer oder chemischer Mittel, den stillstehenden Herzschlag wieder aufleben und den bestehenden vermehrt werden; doch letzteres seltner als ersteres. Ueberhaupt blieb nicht selten jede Wirkung aus, — wie dies bekanntlich bei allen den ähnlichen Versuchen der Fall ist.

Es hatte für mich ein besonderes Interesse, diese Versuche zu wiederholen. Beweiskräftiger schienen mir die an eben getödteten Thieren angestellten, als die bei lebenden; namentlich bei Kaninchen, deren Herzbewegung so überaus leicht auf lange Zeit durch die geringste, un-

scheinbarste Veranlassung vermehrt wird. Ich versuchte daher nur nach dem Tode. Mehrere Kaninchen, die ich anwandte, gaben mir gar kein Resultat. Alle Arten von Reizmitteln wurden vergebens auf den genannten Hirntheil angewandt. Nicht besser erging mir's bei einigen Katzen. Endlich kam mir eine ganz junge Katze vor, bei der das Herz nach dem Tode bei geöffneter Brust noch über 1½ Stunden fortschlug. Die ganze Schädeldecke war geöffnet, die knöcherne Scheidewand zwischen grossem und kleinem Gehirn herausgezogen, die ersten Wirbel losgebrochen worden. Ich wartete bis zum völligen Stillstand des Herzens; stach mit einer in kaustisches *Kali* getauchten Stecknadel in den vordern Theil des *Corp. callosum* und sah — allerdings wider mein Erwarten — das stillstehende Herz von neuem sich bewegen. Die Bewegung dauerte mindestens eine halbe Minute recht lebhaft fort, dann stand sie still. Ich reizte von Neuem von einer etwas weiter nach hinten gelegenen Stelle und brachte von Neuem Herzbewegung hervor. Ich wartete den Stillstand ab, reizte die Vierhügel, es entstand keine Spur von Bewegung, dann das verlängerte Mark, auch hier blieb die Bewegung aus, endlich das *Corp. callosum* und sah zum dritten Mal Bewegung. Es schien mir selbst, doch will ich es nicht bestimmt behaupten, dass durch Reizung des kleinen und hinteren Theils des grossen Gehirns eine erneute Herzbewegung hervorgerufen worden sei. Hingegen war Reizung der Sehhügel und gestreiften Körper zu beiden Seiten ohne Wirkung *).

---

*) Eine Erscheinung, welche bei diesem Versuche mir auffiel, darf ich um so weniger verschweigen, als sie vielleicht in einer pathologischen etwas Analoges hat. Die Katze hatte längst aufgehört zu athmen; aber mit jedem Herzschlage bewegten sich die Rippen der linken Seite, nicht die der rechten, — am meisten die untersten, am wenigsten die obersten. Die Bewegung bestand in einer Annäherung der Rippen. Sie erstreckte sich nicht bis zum Vorderbein.

Valentin Repert. p. 325.) sah bei neugebornen Kaninchen nach Reizung des rechten oder linken Grosshirnlappens den Herzschlag bedeutend verstärkt. Bei einem älteren weiblichen Kaninchen, durch Verblutung getödtet, schlug nach geöffneter Brust das Herz sehr kräftig. Ich wartete den völligen Stillstand der Kammern ab, während die Vorhöfe noch mässig sich bewegten. Reizung des *Corp. callosi* mit einer in Salpetersäure getauchten Nadel brachte schon nach wenigen Sekunden energische, jedoch nicht lange anhaltende Herzbewegungen hervor, welche nach dem Stillstand sich in Folge erneuter Reizung wiederholten. Nachdem von Neuem Ruhe abgewartet war, wurde das verlängerte Mark gereizt. Der Erfolg war sehr deutlich, die Bewegung trat nicht so schnell ein, wie nach Reizung des Balkens, dauerte jedoch entschieden länger an, obwohl die Art zu reizen in beiden Fällen dieselbe war.

Aus diesen Versuchen, die eine Bestätigung derer von Valentin ausmachen, geht hervor, dass es Nervenfasern des Herzens giebt, welche über das verlängerte Mark noch hinausgehen und dass wenigstens nicht alle hier enden, wie ich aus meinen frühern Untersuchungen schloss. Nichts desto weniger scheint es mir, dass der Centralpunct für die Herzbewegung nicht in dem Balken, sondern im verlängerten Mark zu suchen sei, und dass es nur verbindende Fasern giebt, welche bis zu dem grossen Gehirn hinstreichen, durch die vielleicht die Vereinigung, welche zwischen grossem Gehirn und Herz besteht und die ich schon an mehreren Orten als Resultate meiner Versuche erwähnt habe, vermittelt wird.

Ich konnte sie über $^1/_2$ Stunde auf's deutlichste beobachten. Sie hörte eher auf als der Herzschlag. Mir kam sogleich die so häufige Sympathie des linken Arms und der linken Hand bei Herzleiden in den Sinn.

Den Grund zu dieser meiner Vermuthung entnehme ich aus Folgendem:

1) Valentin fand, dass Kaninchen mit durchschnittenem Balken noch bis zum vierten Tage gelebt haben und dass bis zum Tode der Herzschlag zwar schwächer und zitternder, aber nicht seltener geworden sei. — Es wäre unmöglich, dass ein Säugethier so lange am Leben bleiben könnte, dem die Centralenden der Herznerven weggeschnitten sind; es ist nicht denkbar, dass wenn wirklich am Balken der Centralpunkt genannter Nerven sein sollte, der Herzschlag nach der Durchschneidung nicht hätte langsamer statt häufiger werden sollen.

2) Meine Versuche an Fröschen beweisen zu sehr die überwiegende Einwirkung des verlängerten Marks aufs Herz.

3) Bei einer sehr grossen Anzahl früher gemachter Versuche sah ich niemals Einwirkung, obwohl ich sehr darauf achtete. Es scheint mir daher, dass die Bewegung nicht so häufig von den tiefern Hirntheilen aus erregt werden kann.

Es ist wünschenswerth, dass diese Versuche, welche soviel Interesse bieten und so einflussreich zu werden versprechen, noch ferner wiederholt werden. Soviel steht wenigstens fest, dass die Herznerven zum Theil wenigstens bis zum Gehirne fortlaufen, und von ihrem Ursprunge aus dem *Sympathicus* kann keine Rede mehr sein *).

---

*) Ausser der Einwirkung auf das Herz bemerkte Valentin auch einen bestimmten Einfluss des Balkens auf psychische Thätigkeit und Leberverrichtung. In Bezug auf letztere ist eine Beobachtung, welche ich schon vor mehr als $1^1/_2$ Jahren einmal gemacht, aber nie mehr bestätigt gefunden habe, erwähnenswerth. Bei einer Katze sah ich nämlich nach Reizung der linken Seite des gestreiften Hügels ganz bestimmte Bewegungen des Gallenganges, welcher bisher ganz ruhig war, der Art entstehen, dass er sich etwa $^1/_2$ Minute lang auf und ab bewegte. So oft ich später dies im Auge habend beobachtete, nie sah ich etwas Aehnliches; obwohl ich mit Bestimmtheit versichern kann, dass keine Täuschung in der erwähnten Beobachtung vorkam.

Der Verf. wird künftighin diesem Gegenstande seine ganze Aufmerksamkeit sehenken und die etwa gewonnenen Resultate später bekannt maehen.

Der oben erzählte, an einer jungen Katze gemachte Versuch erregte noch in einer andern Beziehung meine Aufmerksamkeit. So ungewohnt lange bei diesem Thiere das Herz schlug, so rasch vergingen die Darmbewegungen. Es waren noeh nieht 10 Minuten nach erfolgtem Tode vorüber, als der Darm ohne alle Bewegung da lag. Man sah Niehts von Einsehnürung, Aufblähung oder dem bekannten langsamen Fortkriechen. Ich versuchte durch Reizen des *Ganglion coeliacum*, des Rückenmarks und der bekannten Gehirntheile vergeblieh die Bewegung anzufachen, die bei örtlicher Reizung noeh entstand, aber aueh hier bald wieder vorüber ging.

Auch das verdient noch besonders an demselben Versuche hervorgehoben zu werden, dass Reizung des verlängerten Marks ohne Wirkung war, als die des Balkens noeh Bewegungen brachte, und sicher sind doeh nur hier die leitenden Fasern. Woher diese verkehrte Riehtung? Gewöhnlich folgt das Erlöschen von dem Centrum nach der Peripherie! Sollte aueh ein umgekehrtes Verhältniss möglieh sein? Ich mag es nieht entscheiden. Jeder Versueh bietet ein neues Räthsel, neue Probleme treten entgegen.

Auffallend ist es, dass der Herzschlag, weleher aufgehört hat, eher geweckt als der seltener gewordene vermehrt werden kann. Diese Bemerkung Valentins kann ieh vollkommen bestätigen. Umgekehrt scheint es bei Fröschen zu sein, bei den vergifteten wenigstens war es bestimmt also. Hingegen ist es nur selten möglich, bei gesunden lebenden Frösehen durch Reizung des verlängerten Marks die Herzschläge zu vermehren, wie bereits oben erwähnt.

§. 2.

Athembewegungen.

Es giebt Thatsachen, welche beweisen, dass die der Willkühr unterworfenen Muskeln in beständiger Thätigkeit, in unaufhörlicher Bewegung sind. Ihre Ruhe ist nur Schein, unter welchem sich ein ewiges Spiel von Contractionen birgt. Der Stillstand, den nur Wille oder Krankheit unterbrechen, ist durch die gegenwirkende Kraft anderer Nerven, anderer Muskeln entstanden. Der *Antagonismus* erklärt ihn.

Aber der *Antagonismus* ist nicht die einzige Ursache der Ruhe. Auch ohne ihn könnte die Bewegung nicht ganz und gar beständig fortdauern. Ein Naturgesetz lässt diese nur bis zu einer gewissen Gränze in den bewegungsfähigen Theilen bestehen, dann wird Stillstand gefordert.

Mit derselben Gewissheit, wie die zuerst angegebene Behauptung, lässt es sich darthun, dass es ein Widerspruch gegen alle organische Gesetze wäre, wenn nicht nach jeder Muskelcontraction Nachlass, Erschlaffung folgten.

In diesem Auf- und Absteigen, in diesem Hin- und Herwallen sieht man aber nicht nur das Bild des Wechsels, sondern auch des Mangels und der Erfüllung. Dort zeigt sich das Streben nach Sättigung, hier nach Befreiung. »Es ist die ewige Formel des Lebens, die sich hier äussert. Wie dem Auge das Dunkle geboten wird, so fordert es das Helle; es fordert Dunkel, wenn man ihm Hell entgegenbringt und zeigt eben dadurch seine Lebendigkeit, sein Recht das Object zu fassen, indem es etwas, das dem Object entgegengesetzt ist, aus sich selbst hervorbringt.« (Göthe.) So erstrebt der erschlaffte Muskel Contraction, der contrahirte Erschlaffung.

Einen doppelten Widerstand erfährt also jede (willkührliche) Bewegung, welche eine antagonistische Gegen-

wirkung hat. Von einem dritten durch das kleine Gehirn gesetzt, dessen schon im ersten Hefte Erwähnung geschah, werden wir gleich sprechen.

Berücksichtigen wir aber einstweilen nur die beiden ersten.

Man denke sich den *Antagonismus* in einem Bewegungstheile aufgehoben oder gar nicht existirend, so würde die Bewegung nur die Beschränkung erfahren müssen, dass ein Zeitraum der Ruhe abwechselte mit einem Zeitraume der Bewegung, vorausgesetzt, der dritte noch mehr zu beachtende Widerstand sei nicht hindernd. Gäbe es z. B. in einer Extremität keine Streckbewegung, so würde unter der genannten Voraussetzung eine Beugung die vorwaltende, die einzige Bewegung sein, welche durch Momente der Ruhe unterbrochen wäre.

Es war mir von Interesse zu wissen, ob die Muskeln es seien, welche den Antagonismus bewirkten oder die Nerven, die sich in ihnen verbreiten. Im ersten Falle hätte man die Muskeln mit Strängen vergleichen können, welche zwischen zwei Knochen ausgespannt wären, weil sich beide Stränge, die auf der Beuge- und die auf der Streckseite liegenden mit gleicher Kraft zusammenzögen, so müsste die Spannung der Stränge ohne Erfolg bleiben. — Es schien leicht, durch Versuche die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Annahme festzustellen.

1) Ich führte durch die Haut des Oberschenkels bei einem Kaninchen einen Längenschnitt und trennte die blosgelegten Strecker des Unterschenkels unfern ihrer Insertion an diesem Knochen, wo alle vier in eine Muskelmasse vereinigt sind, bis auf den Knochen vollständig. Die Blutung aus den *Art. articular.* war mässig, der Schmerz sehr unbedeutend. Nach der Durchschneidung wurde der Unterschenkel nicht angezogen, sondern blieb eine Weile in der Stellung, welche er zufällig hatte; nachher zog ihn das Thier an den Leib ebenso wie den

gesunden Unterschenkel der andern Seite. Als ich ihn wiederholt streckte, konnte ich durchaus kein grösseres Streben zur Beugung bemerken, als unter denselben Umständen an dem andern Bein. Da die Thiere aber immer gern die Beine an den Leib anziehen, so konnte man ein recht sicheres Resultat nicht erlangen. — Ich schnitt daher an dem andern Beine, an welchem ich die Beuger des Unterschenkels, (von denen der *semimembranosus* am wenigsten entwickelt ist,) blosgelegt hatte, diese durch, wobei ebenfalls Blutung und Schmerz sehr gering waren. Es entstand nach verrichteter Operation nicht, wie ich früher dachte, eine vermehrte Streckung, das Thier liess vielmehr das Glied, wie es war. Die Beugung war aufgehoben, die Streckung nicht vermehrt.

2) Bei einem zweiten ganz jungen Kaninchen durchschnitt ich zuerst die Achillessehne, dann die 4 Strecker des Unterschenkels an dem einen, sämmtliche Beuger an dem andern Bein. Beide Extremitäten waren weniger beweglich; aber man war nicht im Stande, durch den blossen Anblick zu erkennen, welche Operation das Thier ausgestanden hatte.

3) Bei einer Katze wiederholte ich denselben Versuch auf dieselbe Weise an beiden Hinterbeinen und sah denselben Erfolg.

4) Bei einer andern Katze hingegen schien einige Zeit nach vollbrachter Operation auf der einen Seite die Stockung, auf der andern die Beugung deutlich vorwaltender zu sein, ohne dass jedoch im Entferntesten eine Aehnlichkeit mit jener starren Beugung wahrzunehmen gewesen wäre, die man bei Operationen am Rückenmarke beobachtet.

Bei gekerbten Pferden hingegen weiss man, dass die Heber des Schwanzes nach Durchschneidung der Anzieher diesen aufrichten; also ein Muskelantagonismus sehr deutlich ist.

Wie viel also bei den einzelnen Thieren die Muskeln, wie viel die Nerven zur Hervorbringung antagonistischer Wirkungen beitragen, bedarf wohl noch fernerer Forschungen.

Man kann behaupten, dass die Nerven, die ohne Antagonisten sind, nur in dem Falle in den von ihnen abhängigen Muskeln eine sich immer wiederholende, durch Pausen unterbrochene Bewegung veranlassen, wenn die hemmende Kraft, die, wie wir wissen, in kleinen Gehirn repräsentirt wird, zu wirken aufhört. So lange nicht eine bestimmte Ursache eintritt, der zu Folge das kleine Gehirn einen Bewegungsact frei werden lässt, so lange wird keine entstehen können. Es giebt aber nur drei Wege, auf denen das kleine Gehirn im gesunden Zustande ausser Thätigkeit gesetzt wird. Der erste ist der, dass eine gewisse Erregung oder ein Reiz auf die motorischen Nerven selbst einwirkt. Es ist klar, dass zwischen der Kraft, welche durch das verlängerte Mark und der, welche durch das kleine Gehirn repräsentirt wird, in jedem individuellen Körper ein bestimmtes Verhältniss obwaltet. In demselben Grade, wie die erstere entwickelt ist, wird sie durch die zweite gehemmt. Wie wir in allen Organen diese zweckmässige Anordnung finden, dass die einzelnen Functionen in bestimmten Proportionen zu einander stehen, so ist auch nichts Anderes in den genannten Verrichtungen denkbar. Wird nun die eine der beiden Kräfte gesteigert, so wird die andere nothwendig vermindert und umgekehrt.

Aber auch 2) auf direktem Wege kann die hemmende Wirkung des kleinen Gehirns aufgehoben werden. Es geschieht durch Vorstellungen, welche, wie bekannt, im grossen Gehirne entstehen. Die Bewegungen, welche auf diese Weise eintreten, sind die willkührlichen.

Endlich kann 3) durch den Faserverlauf selbst die Einwirkung des kleinen Gehirns aufgehoben werden.

Durchstreichen nämlich die Fasern den *Pons* oder das kleine Gehirn selbst, so hört dessen eigenthümlicher Einfluss auf, der sich nur in der Brücke allein äussern zu können scheint.

Wenden wir diese Vorbemerkungen auf die Athembewegungen an, so müssen uns sogleich zwei Fragen in den Sinn kommen, deren Beantwortung zur Erörterung unseres Gegenstandes von der grössten Wichtigkeit ist, nämlich:

1) Gehören diese Bewegungen zur Klasse der antagonistischen?
2) Giebt es äussere oder innere Erregungen, oder andere Ursachen, welche die hemmende Kraft des kleinen Gehirns so aufheben, dass die Athembewegungen eintreten müssen, wenn es keine antagonistischen sind?

ad 1):

Das ruhige Athemholen, das ohne Einfluss von Willensvorstellungen erfolgt, wird bei Säugethieren *) allein durch Contraction und nachfolgende Erschlaffung des Zwerchfells und der Intercostalen zu Stande gebracht. Kein andrer Muskel wirkt mit, wenn nicht durch Wille oder Instinct, durch Empfindung und Vorstellungen mehr Bewegungen rege gemacht werden.

Das Zwerchfell ist mehr an weiche Theile als an Knochen befestigt, reiht sich hiedurch den *Sphincteren* an und seine Fasern sind so gerichtet, dass die Knochen, denen es angewachsen ist, nicht durch dasselbe bewegt werden. Rippen, Brustbein und Wirbel erfahren keine direkte Ortsveränderung durch das Zwerchfell **).

---

*) Es würde uns zu weit abführen, wollten wir auch das Athmen der Vögel und Amphibien berücksichtigen. Es bleibt deshalb der Mechanismus dieser Bewegungen hier unbeachtet.

**) Ebenso sehr wie an die Rippen ist das Zwerchfell an die Zwischenrippenmuskeln, nach hinten aber an den *Psoas* und *quadratus*

Schon auf diese Weise ist die Gegenwirkung durch einen andern Muskel geringer gemacht. Es besteht auch in der That keiner, der die Zusammenziehung des Zwerchfells aufzuheben vermag. Sie geschieht, wie bekannt, dadurch, dass sich von beiden Seiten und von vorn und hinten die Fasern contrahiren, so dass vom Bauche aus gesehen während des Einathmens zwei starke, durch die Lungen ausgefüllte, nach unten convexe Backen sich bilden. — Die Bauchmuskeln sind nicht als Antagonisten zu betrachten; sonst wäre es unmöglich, bei eingezogenem Leibe zu inspiriren. Sie werden passiv durch die Gedärme vorgeschoben.

Eben so wenig giebt es Antagonisten für die Intercostal-Muskeln, welche, wenn sie existiren sollten, nur in Muskeln bestehen könnten, die auf je zwei Rippen als kurze, unten dichte, oben sehnige Fleischbündel aufsitzen müssten, was nicht der Fall ist. Der *Triangularis sterni* kann nicht als Antagonist gelten.

Alle übrigen zur Athembewegung gehörenden Muskeln, sowohl Inspiratoren als Exspiratoren sind nur zur Förderung und Unterstützung eines Processes vorhanden, der so vielfach mit allen übrigen Lebensverrichtungen in Connex steht, so leicht Veränderungen unterworfen ist und daher mehr als irgend ein anderer ausgedehnter Hülfsapparate bedarf.

---

lumborum befestigt. Seine Fasern laufen von vorn quer gegen Rippen und Wirbel hin, und können deshalb das Brustbein nicht nach hinten ziehen. Rippen und Wirbel machen die festen Punkte aus, an ihnen ist die Zusammenziehung am grössten, weil hier die Muskeltheile, in der Mitte die sehnigen vorherrschen. Indem gleichzeitig mit dem Zwerchfell sich die Intercostalmuskeln contrahiren, werden dadurch Rippen und also auch das Brustbein verhindert, nach hinten gegen die Wirbelsäule hin gezogen zu werden. Denn die Bewegung des Aufwärtsziehens der Rippen bildet zu der des Anziehens einen graden Gegensatz. Von einer Vorwärtsbewegung der Wirbel kann gar keine Rede sein.

Alle Einathmungsmuskeln wirken dadurch, dass sie den Körper strecken. Durch die Streckung ist das Vermögen Luft aufzunehmen, grösser geworden. Das Zwerchfell übt auf passive Weise durch Vordrängen des Bauches die Streckung aus. Von ihm entspringt zunächst die Athembewegung und wir werden sehen, dass nach dem Tode seine Contraction sehr lange andauert. Mit dieser ersten passiv entstandenen Streckung correspondiren als Mitbewegung die übrigen Körperstreckungen, ausgedehnter oder beschränkter, je nach dem Bedürfniss, welches durch Gefühl oder Vorstellungen erheischt wird.

Im zweiten Momente des Athmens, dem Ausathmen, wird die Beugung vorwaltend, in demselben Verhältnisse stärker oder schwächer, wie es im ersten mit dem Strecken der Fall war.

Ich kann nicht einsehen, weshalb Valentin (*de funct. nerv.* §. 307.) das Einathmen einer Beuge-, das Ausathmen einer Streckbewegung gleichstellt. Das Charakteristische jener liegt ohne Zweifel darin, dass zwei Knochenreihen einander genähert, das Charakteristische dieser, dass zwei Knochenreihen von einander entfernt werden. Betrachten wir aber die Hülfsbewegungen des Athmens von dem leichtesten Grade an, bis dahin, wo die grösste Athemnoth die kräftigsten Mitbewegungen fordert, so sehen wir, wie mir scheint, überall beim Einathmen das Strecken, beim Ausathmen das Beugen vorwaltend.

a) Während die Intercostalmuskeln thätig sind, entfernen sich die Rippen von den Wirbeln.

b) Das Schulterblatt, zunächst Antheil nehmend, entfernt sich von den Rippen. *(Serratus anticus major. Cucularis. Levator scapulae. Rhomboidei?)*

c) Die obern und untern Wirbelkörper (namentlich die Rückenwirbel einerseits, die Lendenwirbel andrerseits) verlieren ihre Wölbung, werden nach hinten gestreckt, also mehr einem graden Winkel genähert. *(Longissimus*

dorsi et Sacrolumbalis. Semispinalis et spinalis dorsi. Multifidus spinae. Interspinales.)

d) Die Rippen werden gehoben und dadurch von den Wirbeln abgezogen in einem andern Sinne, als dies durch die *M. intercostales* geschieht; (*Scaleni. Subclavius. Levatores costarum. Cervicalis descendens. Serratus magnus. Serratus posticus sup. Pectoralis m.*)

e) Der Kopf wird von der Brust entfernt, nach hinten gestreckt. (*Splenius capitis. Biventer cervicis. Trachelomastoideus. Recti postici.*)

f) Endlich werden die Kiefer, die Nasenknorpel von einander entfernt, die Arme vom Leibe gebracht und gestreckt; beim höchsten Athembedürfniss strecken sich sogar zugleich die untern Extremitäten.

Ganz ähnlich lässt sich von den Ausathmungsbewegungen beweisen, dass es Beuger sind, welche sie ausführen. Wir übergeben jedoch hier diese Exposition.

Kehren wir zu unserem Hauptthema zurück. Die oben aufgestellte erste Frage beantworten wir also dahin, dass die wesentlichen Athemmuskeln ohne Antagonisten bestehen, hingegen die Hülfsmuskeln wohl solche haben.

Wenn aber die der Athembewegung wesentlich angehörigen Muskeln ohne Antagonismus sind, wenn also durch die Lagerung der Nerven selbst kein Stillstand der Bewegungen geboten wird, so folgt, dass das Athmen durch das ganze Leben unaufhörlich fortbestehen muss, wenn die hemmende Kraft des kleinen Gehirns ihren Einfluss auf diese Bewegungen nicht äussert.

Um diess zu untersuchen, wenden wir uns zur Beantwortung unserer zweiten Frage:

Giebt es innere oder äussere Erregungen oder andere Ursachen, welche die hemmende Kraft des kleinen Gehirns so aufheben, dass die Athembewegungen in dem Zwerchfell und den Intercostal-Muskeln, welche, wie wir gesehen haben, ohne Antagonisten sind, eintreten müssen.

Zu den inneren Erregungen haben wir solche Vorstellungen gerechnet, welche zu sogenannten willkührlichen Bewegungen motiviren. Durch solche Vorstellungen hört zwar die Thätigkeit des kleinen Gehirns auf, aber weil sie doch immer zuletzt sich auf Eindrücke der Sinne zurückführen lassen, so bringt die Zufälligkeit, die mit diesen Eindrücken verbunden ist, auch ganz nothwendig die Wirkung hervor, dass die Bewegungen nicht beständig, sondern unterbrochen sind, wodurch wiederum der Zweck der Lebenserhaltung nicht erfüllt würde. Deshalb konnte wenigstens dieses Weges allein die Natur sich nicht bedienen, um die Thätigkeit des kleinen Gehirns zu eliminiren.

Das Athmen kann zwar willkührlich verstärkt werden, aber dies geschieht doch blos durch Bewegung der Hülfsmuskeln. Niemand ist im Stande, tiefer einzuathmen, indem er das Zwerchfell mehr contrahirt, ohne die übrigen Muskeln. Das Zwerchfell nimmt also nur Theil an der stärkern Athembewegung, wie etwa die Iris an gewissen willkührlichen Augenbewegungen. Aber ebenso wenig deshalb die Iris zu den willkührlichen Organen zu rechnen ist, ebenso wenig darf man das Zwerchfell diesen beizählen. Alle zur Athembewegung gehörenden Nervenfasern scheinen sämmtlich neben einander in dem verlängerten Marke gelagert zu sein, so dass die Thätigkeit eines Theiles stets die der andern zur unausbleiblichen Folge hat. Denn auch vermehrte Bewegung des Zwerchfells ruft die andern Muskeln zur Mitwirkung auf und beide Arten ergänzen sich. Kann sich das Zwerchfell nicht vollständig genug zusammenziehen, — sei es, dass die erregende Ursache zu seiner Zusammenziehung zu intensiv geworden oder sei es, dass die Zusammenziehungskraft durch irgend eine Veranlassung behindert ist, — so nehmen die übrigen Muskeln ebenfalls Theil und genügen den Ansprüchen des Erhaltung fordernden Triebes. So

sind beide Muskelreihen complementär, ganz ähnlich wie die Farbenempfindungen. Wie neben einer Stelle der *Retina*, welche eine Zeit lang in die Erregungsart versetzt wurde, die wir »das Sehen von Grün« nennen, ein anderer Zustand erscheint: die Farbe »Roth«, wie also neben dem Grün nach längerem Beschauen wir einen rothen (subjectiven) Rand erblicken, so ruft der Eindruck, welcher das Zwerchfellsathmen vermehrt, auch complementär stärkere Bewegungen der Hülfsmuskeln hervor, und umgekehrt. — Wie ferner durch Erschöpfung des Auges für eine Farbe nun die complementäre sich zeigt, so werden die complementären Athemmuskeln in dem Grade reger, als die andern mehr erschöpft werden.

Wenn die Bewegungen von Zwerchfell und Intercostalen nun nicht willkührlich sind, so bleiben uns nur noch zwei andere Ursachen übrig, durch welche die Entstehung dieser Bewegungen ihre Erklärung finden kann, nämlich 1) äussere Erregungen; 2) Unabhängigkeit dieser Bewegungen vom kleinen Gehirne.

Eine dritte giebt es nicht. Wir wollen beide untersuchen:

Eine Reihe von Thatsachen hat nachgewiesen, dass es allerdings eine äussere Erregung giebt, welche beständig auf eine grosse Körperfläche einwirkt, und welche Athembewegungen hervorruft, es ist die athmosphärische Luft. Die Körperfläche, welche sie berührt, wird durch dieselbe so erregt, dass durch diese Berührung jene Bewegungen entstehen. Es lässt sich dies von der Schleimhaut der Athemorgane, von der Schleimhaut des Darmkanals, von der äussern Haut darthun. Ein dreifacher Beweis ist zur Vervollständigung nothwendig. Wir wollen versuchen, ob er sich führen lässt.

1) Reizung der genannten Theile vermehrt die Athembewegungen.

a) Reizung der Schleimhaut der Lungen heisst nichts anders, als Reizung des sich daselbst verbreitenden *N. vagus*.

Man weiss in der That, wie das Einathmen einer reizenden Substanz, saurer Dämpfe, von Chlorräucherungen, kalter Wind häufige Respirationen zur gewöhnlichen Folge haben. Man kennt hinlänglich aus Versuchen an Thieren den Einfluss scharfer, reizender Einsprützungen in die Lungen auf das Athemholen.

Auch an dem Stamme des *N. vagus* macht man dieselbe Erfahrung. Es ist etwas sehr Gewöhnliches, dass durch Einstechen einer Nadel in diesen Nerven am Halse auch dann vermehrte Athemzüge hervorgerufen werden, wenn das Durchstechen schmerzlos war; wenn also nicht die Empfindung Veranlassung dazu gab. Bei Kaninchen beobachtet man diese völlige Schmerzlosigkeit nicht ganz selten; fast niemals fehlt aber die Zunahme der Respirationsbewegung.

Vielleicht noch grösseres Interesse bietet eine Erscheinung, welche man bei Fröschen wahrnehmen kann. Ich habe sie sehr häufig beobachtet.

Legt man nämlich das verlängerte Mark von unten nach der Methode blos, welche ich bereits oben beschrieben habe, so kann man an den Ursprung des *N. vagus* gelangen. Hat man nun abgewartet, bis jede Athembewegung vorüber ist, was in der Regel viel früher geschieht, als dies von der Herzbewegung der Fall ist, so kann man von Neuem eine Athembewegung hervorrufen, wenn man mit der Nadel den Ursprung des *N. vagus* berührt. Ich habe, was ich schon bei der Herzbewegung oft anführte, meine Versuche in einer Jahreszeit gemacht, wo die Reizbarkeit der Frösche sehr gering ist. Ich sah hier oft gar keine Körperbewegung entstehen, wenn ich mit der Nadel mitten über das verlängerte Mark herstrich. Wenn ich hingegen an das Ende des *Vagus* kam, so

entstand eine Athembewegung. — Diese Beobachtung möchte Manchem unglaublich dünken. Man sollte nicht denken, dass es vorkommen könne, dass bei einem Frosche, dessen willkührliche Muskeln so lange nach dem Tode noch nach Nervenerregung zucken, eine Reizung der vordern Fläche des verlängerten Marks ohne Reaction bleibt und doch durch Reizung des *Vagus* Athemholen eintritt! Und nichts desto weniger ist die Erfahrung richtig und was ich erzähle, ist aus den noch auf dem Operirtische aufgeschriebenen Notizen entnommen.

Oft sah ich nach einer einfachen Reizung des *Vagus* mit der Spitze einer Stecknadel 3 bis 4 Athembewegungen entstehen, dann Ruhe eintreten, bis eine neue Reizung dieselbe Folge hervorbrachte.

b) J. Müller macht mit Recht im zweiten Buche seiner Physiologie darauf aufmerksam, dass lokale Reize in allen Theilen, welche mit Schleimhäuten versehen sind, das System der Athemnerven in krankhafte Thätigkeit setzen. Reize auf die Schleimhaut der Nase bewirken Niessen, Reize im oberen Schlundtheile, im Magen bewirken Erbrechen; Reize im Mastdarme Bewegungen zum unwillkührlichen Stuhlgange etc.

c) Alle schmerzerregende Eindrücke auf die Haut gebracht, vermehren das Athemholen, wie dies aus Versuchen an Thieren deutlich genug zu erkennen ist. Man sieht diese Folge bei Fröschen oft sehr frappant.

2) Entziehung des Nerveneinflusses in den Theilen, welche von der äussern Luft bestrichen werden, vermindert und stört das Athemholen.

a) Die so häufig angestellten Versuche über Durchschneidung des *N. vagus*, unter welchen die von Fr. Arnold und Valentin zu den genauesten gehören, haben das Resultat gegeben, dass oft augenblicklich nach

verrichteter Operation *), oft erst etwas später **) die Zahl der Respirationen beträchtlich abnimmt, später zwischen Ab- und Zunahme zwar wechselt, doch fast niemals eher als bis kurz vor dem Tode die frühere Häufigkeit wieder erlangt.

b) Aus meinen kürzlich bekannt gemachten Versuchen über Wegnahme der äussern Haut bei Vögeln und Säugethieren hat sich ergeben, dass dieselbe Erscheinung hier eintritt, als wäre der *N. vagus* durchschnitten. Bald nach der Operation nimmt die Häufigkeit des Athemholens je nach der Grösse des weggenommenen Hauttheils mehr oder minder ab. Dann tritt zwar ein Schwanken zwischen Ab- und Zunahme ein, jedoch stets bleibt die Seltenheit der Athemzüge die vorwaltende Erscheinung.

Das erwähnte Schwanken ist leicht hier ebenso erklärlich wie nach Durchschneidung des *Vagus*. In beiden Fällen wird das Athmen seltner, also nothwendig das Blut venöser; die Blutadern schwellen, wie dies die Beobachtung lehrt; die geschwollenen Adern reizen bei durchschnittenem *Vagus* die Hautnerven, bei weggenommener Haut die Enden des *Vagus*, von beiden Stellen aus kann das Athmen vermehrt werden, wenn eine Reizung voraus ging, was hier in der That der Fall ist. Die Vermehrung des Athmens hebt die venöse Stockung, der Reiz hat nun aufgehört, die frühere Ursache, welche die Respiration seltner macht, besteht fort.

c) Was hingegen die Schleimhäute betrifft, so kenne ich bis jetzt keine Thatsache, durchwelche bewiesen werden könnte, dass die Unterdrückung ihrer Thätigkeit aufs

---

*) Ich habe dies vorzugsweise häufig bei Kaninchen bemerkt, bei welchen der Unterschied oft höchst frappant ist. So wurde, nachdem der *Vagus* blosgelegt war, die Zahl der Athemzüge bei einem ruhig gewordenen Kaninchen zu 20 in 15 Sekunden notirt; gleich nach der Durchschneidung zählte ich 8.

**) Ich habe dies öfters bei Katzen beobachtet.

Athmen hemmend wirkt. Auch bin ich nicht im Stande gewesen, einen Versuch zu ersinnen, um solche Unthätigkeit herbeizuführen.

3) Auf alle mit Gefühlsnerven in etwas bedeutenderem Grade versehenen Körpertheile wirkt der ungewohnte Zutritt der Luft wie ein Reiz, er erregt Schmerz und Bewegung.

Man braucht nur einem Thiere die Bauchhöhle zu eröffnen, um sich von der Wahrheit dieser Behauptung zu überzeugen. Schon bei Fröschen habe ich nicht selten gesehen, dass namentlich gleich nach dem Heraustreten der Leber aus der Bauchhöhle diese Thiere alle Zeichen von Schmerz äusserten. Noch sichtbarer wird die Erscheinung bei Säugethieren, Kaninchen, Katzen, Hunden. Besonders scheint der Zutritt der Luft für den Magen äusserst empfindlich. Dasselbe gilt hinsichtlich des *Vagus*.

Bei allen diesen Theilen schwindet sehr bald die Empfindung durch den Luftzutritt, wenn sie demselben einige Zeit ausgesetzt waren.

4) Aus diesen Beobachtungen lässt sich mit Recht also der Schluss ziehen, dass der Reiz der atmosphärischen Luft die Athembewegungen vermehrt und, wir können hinzusetzen, ordnet, regelt; da von dem Quantum des Reizes überall die Bewegungsstärke abhängt. Aber der Reiz ist, wie dies gewöhnlich der Fall, nicht auf die Bewegungsnerven direkt gerichtet, er wird durch die Gefühlsnerven vermittelt. Die Gefühlsnerven im Zustande der Erregung veranlassen die Bewegung. Diese Mittheilung kann, wie man weiss, entweder auf dem Wege der Vorstellungen, die bald mehr bald minder klar vor unserer Seele stehen, oder ohne dass wir derselben bewusst werden, ja ohne dass sich überhaupt eine Vorstellung bildet, geschehen. In beiden Fällen ist der Erfolg derselbe; in dem einen begleitet Schmerzempfindung den Vorgang und es ist möglich, dass sich der affizirte Mensch Rechenschaft von der Hülfe geben kann, die er

zur Erleichterung des Athmens anwendet; im zweiten Falle fehlt der Schmerz, fehlt das Bewusstwerden der Bewegungen. Ob aber nur in jenem Falle der Uebergang durch das Gehirn vermittelt wird, in diesem aber nicht, dies ist eine Frage, welche ich, wenn ich alle neuern Erfahrungen zu Rathe ziehe, eher verneinen, als bejahen möchte. Wir wollen hier aber nicht darauf eingehen, da weiter unten dieser Gegenstand weiter zu berühren ist.

5) Die atmosphärische Luft ist also die normale Erregung zum Athemholen. Man kann sie mit Recht als die Ursache ansehen, weshalb das Kind nach der Geburt zuerst Athem holt. Sie affizirt das ganze Leben hindurch das ganze System der Gefühlsnerven und von der Stärke dieser Affection hängt auch die Ausdehnung, die Verbreitung, die Stärke der ihr folgenden Athembewegung ab.

Es ist aber undenkbar und würde allen übrigen Gesezzen gerade entgegenstehen, wenn man glauben wollte, die atmosphärische Luft sei für einen und denselben Nerven nur Errregung zur Athembewegung, hingegen bliebe ganz dieselbe Erregung derselben Nerven ohne Einwirkung auf andre Bewegungen des Körpers, welche mit jenen Nerven correspondiren. Vielmehr beweist die Physiologie, dass es nicht nur einerlei ist, welcher Art der auf einen Gefühlsnerven wirkende Reiz sei, dass bei einem und demselben Nerven nur die Stärke des Reizes einen Unterschied macht, die Qualität sich hingegen lediglich auf die Verschiedenheit der einzelnen Nerven bezieht; sie hat eben so bestimmt gezeigt, dass immer dieselben Bewegungen folgen, wenn in gleicher Ausdehnung derselbe Nerv affizirt wurde. — So ist es auch in unserm Falle. Man weiss erstens, dass in Räumen, in denen statt der erforderlichen Sauerstoffmenge andere Gasarten der Luft beigemischt sind, sehr bald Abspannung, Mat-

tigkeit, Ermüdung erfolgen. Die Muskeln verlieren ihren *Tonus*. Ihre Bewegungsfähigkeit wird geringer.

Ganz dasselbe sieht man bei Thieren, denen die *Vagi* durchschnitten, ein Theil der Haut abgelöst ist. Sie wollen sich nicht bewegen, sie ermüden; ihre Muskeln werden bald ausserordentlich welk, haben ihre Härte, ihre Festigkeit eingebüsst.

Es ist nicht zu verkennen, dass nur der Mangel des Einflusses der Atmosphäre eine so sichtliche Wirkung auf den *Tonus* der Muskeln hervorruft, ihre beständige Bewegung vermindert, aufhebt. Es ist kein Zweifel, gäbe es mehr Muskeln ohne Antagonisten, deren Wirkung man leicht beobachten könnte, das Resultat müsste noch frappanter werden.

Es bleibt uns nun zunächst zu untersuchen, welches die Ursache der unwillkührlichen Bewegung des Zwerchfells sei?

Um den Leser auf keine Weise durch Raisonnement zu bestechen, halte ich es für zweckdienlich, zuerst das zu berichten, was Beobachtungen und wiederholte Versuche mir gezeigt haben.

6) Oeffnet man einem Thiere gleich nach dem Tode die Bauchhöhle, so fällt eine Bewegung des Zwerchfells auf, welche in der Weise und Ausdehnung bei keinem der sogenannten willkührlich bewegten Muskeln erscheint. Oft eine halbe Stunde lang, manchmal noch viel länger (bisweilen jedoch auch viel kürzere Zeit nur) bleibt das Zwerchfell in beständig zitternder Bewegung. Man sieht ein fortwährendes Schwingen auf- und abwärts. — Es ist zwar wahr, dass man zuweilen auch andere Muskeln kurz nach dem Tode erbeben sieht, (vorzugsweise bemerkte ich das beim *Musculus psoas*) aber einmal ist dies gewöhnlich nicht der Fall, zweitens sind es nicht bestimmte

Muskeln, welche sich dadurch auszeichnen; endlich dauert es gemeiniglich nicht so lange. — Ich habe zum Vergleiche die Stimmritzenbänder, deren leichte Beweglichkeit während des Lebens bekannt ist, gleich nach dem Tode betrachtet. Ich habe nicht einmal eine fortdauernde Bewegung gesehen, — obwohl ich gern glauben will und vermuthe, dass sie zuweilen eine Zeit lang anhalten mag. — Die eben genannte Zwerchfellbewegung habe ich sogar zuweilen bei manchen besonders älteren Thieren länger als den Herzschlag fortbestehen gesehen. — Diese Bewegung wird constant durch Reizung der *N. phrenici* vermehrt und, wenn sie stillstand, von Neuem hervorgerufen. Im letztern Falle ist sie in der nächsten Nähe der Rippen und der Wirbel am deutlichsten. — Die Bewegung ist dieselbe wie beim Athmen, nur in ungleich geringerer Stärke und Ausdehnung.

7) Zuweilen, jedoch ungleich seltner, bewegen sich auch die Intercostalmuskeln eine Zeit lang nach dem Tode noch fort. Ich habe diese Bewegung bis jetzt nur von den untern, besonders zwischen den falschen und untersten wahren Rippen liegenden, nicht von den obern beobachtet.

8) Bei einem jungen Kaninchen wurde sogleich nach dem Tode die Schädelhöhle eröffnet, vorsichtig die beiden Hemisphären bis zum *Corpus callosum* abgetragen, so dass dies wie das *Centrum semiovale* vor Augen lag. Nun wurde abgewartet, bis das Zwerchfell, welches nach eröffneter Bauchhöhle leicht beobachtet werden konnte, ohne alle Bewegung war. Reizung des *Corp. calliosi* und der Nachbartheile mit der Vorsicht, dass die unterliegenden Theile nicht mitgereizt wurden, brachte nicht die geringste Wirkung hervor. Die Reizung geschah erst nur mit einer Nadelspitze, dann durch Schwefelsäure. Hierauf wurde das *Centrum semiovale* in die Höhe gehoben und beiderseits so

weit abgetragen, dass die *Corp. striata* und *Thalami* vollständig sichtbar waren. Reizung der *Corp. striata* brachte nach wenigen Sekunden sehr starke Contractionen des Zwerchfells hervor, woran die Intercostalen Theil nahmen. Erneute Reizung hatte eine ähnliche Bewegung, oft auch zwei sich bald hinter einander folgende hervorgerufen.

Während bei der ersten Reizung fast nur das Zwerchfell allein und nur wenig die untern Intercostalen sich bewegten, ward bei mehrmals geschehener Wiederholung die Contraction dieser deutlicher, der Kehlkopf nahm Theil; eine vollständige Inspiration war zu Stande gebracht. Was aber am meisten auffiel, waren die Mitbewegungen der Extremitäten, namentlich der vordern, die ungefähr eine Bewegung machten, als wenn eine Katze nach einem Thiere hauen will und welche zugleich zitterten. Die hintern Extremitäten bewegten sich ebenfalls, doch minder stark. Auch Reizung der Sehhügel brachten erneute Zwerchfellbewegungen hervor, endlich auch Reizung der Vierhügel. Doch schien es mir, als ob die der gestreiften Körper von den wirksamsten Folgen gewesen wäre.

9) Einem jungen lebenden Kaninchen wurde die Schädeldecke entblösst und mittelst scharfer Zange entfernt; die *dura mater* auf beiden Seiten neben dem Lungenbluthalter mit möglichster Umgehung der grösseren Aderstämmchen eingeschnitten, dann doppelt unterbunden, so dass der *Sinus* von zwei Seiten eingeschnürt war; zwischen den Fäden wurde die harte Haut durchgeschnitten und etwas zurückgelegt. Ich liess die beiden Hemisphären mit einem Skalpellstiel auseinander halten und schnitt, das Messer dicht neben dem *Corpus callosum* quer einführend, mit einigen Zügen die eine, dann die andere Hemisphäre völlig weg und nahm die Masse aus der Schädelhöhle heraus. Die Blutung war hier nur

mässig. Dem Thiere wurde hierauf eine geraume Zeit Ruhe gelassen, dann mehre Minuten lang das Athmen gezählt. Als dies sich bei dieser Zählung constant blieb, nämlich 64 in der Minute, wurde das *Corp. callosum* und nachher das *Centrum semiovale* gereizt. Die Reizung beider war fruchtlos; die Einwirkung, welche durch die Wegnahme der Hemisphären auf die Athembewegung erfolgt war, wovon wir gleich unten sprechen, war durchaus dieselbe geblieben. Nicht die geringste Veränderung war eingetreten. Beide Nerventheile wurden sofort entfernt, indem ich mit einer feinen Scheere das *Centrum* einschnitt und mit einem breiten Messer vorsichtig zurücklegte, um die weiter zu untersuchenden Theile in keinerlei Weise zu verletzen. — Als nun die gestreiften Körper und Sehhügel auf beiden Seiten offen dalagen, wurde die Bauchhöhle geöffnet und die Eingeweide so zurückgeschlagen, dass man bequem die Bewegungen des Zwerchfells beobachten konnte. Dr. Löhr, welcher mit mir diesen Versuch anstellte, hatte es übernommen, die Gehirntheile zu reizen, ich beobachtete mit zwei Studiosis das Zwerchfell; später wechselten wir die Plätze. Vor dem Beginne der Reizung wurde wieder mehrere Minuten hindurch das Athmen gezählt. Es war 64 für die Minute geblieben. Wenige Sekunden hindurch wurde eine in Schwefelsäure getauchte Stecknadel oberflächlich in die Mitte des gestreiften Körpers einer Seite eingesenkt. In der nächsten Minute war das Athemholen von 64 auf 89 gestiegen. Gewiss eine höchst frappante Erscheinung! Man wartete von Neuem die Ruhe ab, reizte die andere Seite und sah ebenfalls beträchtliche Zunahme der Athembewegungen.

Eine Täuschung war hiebei nicht möglich. Die Veränderungen waren zu auffallend. — Das Athmen war ziemlich regelmässig, wenigstens nicht mit der grossen Verschiedenheit, wie dies durch Wegnahme der Hemi-

sphären des grossen Gehirns bei manchen Thieren eintritt und sehr leicht erkannt wird.

Durch diesen Versuch war also dargethan, dass die Centralenden der (bewegenden) Zwerchfell-Nerven im Gehirne liegen, wo alle übrigen Nerven für die unwillkührlich bewegten Theile des Körpers sich befinden. Auch das Zwerchfell ist wie Herz, Darm etc. dem Einflusse des kleinen Gehirns entzogen.

Dieser Versuch wurde noch bei drei anderen Thieren wiederholt, einem Kaninchen und zwei Katzen. Bei keinem dieser drei Thiere war der Erfolg so überaus glänzend als in dem eben erzählten Experimente. Bei den beiden Katzen sah ich keine deutliche Wirkung, bei dem Kaninchen hingegen wurde bei wiederholten Reizungen das Athemholen in der Minute um 4 bis 6 Athemzüge verstärkt.

Es scheint sich sonach mit immer grösserer Bestimmtheit zu ergeben, dass sämmtliche unwillkührliche Organe dadurch unwillkührlich werden, dass ihre Nervenfasern ins Gehirn verlegt werden, dass sie die Brücke überschreiten oder ins kleine Gehirn einlaufen, zum Gegensatze der willkührlich bewegten Muskeln, welche in der Brücke den Einfluss des kleinen Gehirns erfahren. Ich habe im ersten Hefte zu zeigen versucht, wie das kleine Gehirn als Willensorgan zu betrachten sei.

Das Zwerchfell als wesentlichstes Athmungsorgan, schliesst sich also dem Herzen sehr genau an. Beiden fehlen antagonistische Fasern, beide sind ohne Einfluss des kleinen Gehirns, werden unwillkührlich bewegt und zwar beständig, beide haben quergestreifte Muskelfasern, beide contrahiren sich noch eine Zeit lang nach dem Tode ohne angewandten Reiz.

Die Hülfsmuskeln unterscheiden sich nicht wesentlich

von allen übrigen willkührlichen Muskeln. Sie zeichnen sich nur durch eine grössere Neigung zur Mitbewegung aus und vielleicht wird diese Neigung vorzugsweise begünstigt oder bedingt durch die Nerven, welche Ch. Bell mit dem Namen der Athemnerven belegt hat, vielleicht sind diese Nerven gleichsam als Conductoren zu betrachten. Bell (physiol. u. pathol. Untrs. des Nervensystems. Uebers. v. Romberg. Berl. 1832. p. 51.) nimmt 5 Athemnerven an: Das *Par vagum*, den Gesichtsathemnerv *facialis*, den oberen Rumpfathemnerv *accessorius*, den grossen inneren Athemnerv *phrenicus*, den äusseren Athemnerv *thoracicus posterior*.

Diese Lehre enthält manches Wahre, während Anderes eine Abänderung fordert. Der *N. vagus* kann eben so wenig hinzugezählt werden, indem er nur durch seine Verbindung mit dem *N. accessor.* motorisch wird, als der *N. phrenicus* wahrscheinlich nicht mit Recht in eine Klasse mit den übrigen gesetzt wird. Der *N. phrenicus* ist der zuerst, der allein erregte, er hat Thätigkeit in den noch übrigen drei Nerven, *facialis*, *accessorius*, *thoracicus posterior*, für die Muskeln des Gesichts, für den *M. cucullaris* und *serratus anticus major* zur gewöhnlichsten Folge. Es ist wahrscheinlich, dass alle diese Nerven im verlängerten Marke ihre Lage neben einander haben, was leider bis jetzt auf anatomischem Wege nicht zu ermitteln ist. Unbezweifelt ist, dass ein Zusammenhang zwischen ihnen bestehen muss. Jedenfalls ist die Mittheilung einer Affection eines Theiles an andere durch besondere, keiner andern Function vorstehende Nerven eine merkwürdige, zu weitern Untersuchungen auffordernde Erscheinung. Denn alle die genannten zur Athembewegung nothwendigen Muskeln, die des Gesichts, des *Cucullaris*, des *Serratus*, erhalten auch andere Nerven, durch welche willkührliche Vorstellungen auf sie influiren können, vgl. Bell a. a. O. Manche Theorie,

die sich uns aufdrängt, wollen wir verschweigen, bis mehr Thatsachen vorliegen, um sie zu begründen.

Wir fanden zwischen Zwerchfell und Herzen einige Aehnlichkeit. Es liegt die Frage nahe, ob auch das Zwerchfell von der Zeit seiner ersten Bildung im Embryo an schon seine Bewegungen beginnt oder ob es erst durch den Luftzutritt dazu veranlasst wird? Von einem Athemholen vor der Geburt wird hier nicht gesprochen. Denn dazu ist Luft erforderlich. Diese kann aber nicht zu dem Embryo gelangen. Man fand sie nicht in dem ihn umspülenden Wasser; von aussen kann sie nicht zutreten. Nichts desto weniger wäre Bewegung des Zwerchfells möglich. Die Annahme widerspräche andern Lebensgesetzen nicht. Mit vorausberechnender Vorsicht sehen wir überall Organe angelegt, die für späteres Leben ihren Zweck haben, in anderen Vorrichtungen angebracht, die nur für das ausgebildete Thier von Nutzen sind. Warum sollte es nicht denkbar sein, dass eine für das Leben absolut erforderliche Function, wie die Zwerchfell-Contraction schon dann besteht, wenn sie fruchtlos verbracht wird, da das Mittel fehlt, wodurch der Zweck vollständig erreicht werden kann? Die sinnige Natur, vorauswissend, dass dieses Mittel nicht ausbleibt, hat schon bei der ersten Anlage vielleicht die Apparate vervollständigt, um gleich das Werk beginnen zu können, wenn's gefordert wird.

Man weiss von den Sinnesempfindungen, dass sie durch äussere Eindrücke nicht geschaffen, sondern nur geweckt werden. Sie sind Zustände unseres Innern, schlummernde Lebensvorgänge, die nicht zur Erscheinung kommen, bis das äussere Objekt sie zum sichtbaren Dasein ruft. Die Farben entstehen nicht durch sogenannte farbige Stoffe, es sind Zustände der *Retina;* die ruhenden Ner-

ventheilchen nehmen eine gewisse Bewegungsform an und wir sprechen von den Farben, die wir sehen; u. s. w. — Wäre es nicht eine passende Analogie, wenn auch die Bewegungen, die in der längsten Zeit des Lebens zur Bedingung der Erhaltung werden, schon vorher bestehen, ehe die Erregung hinzutritt, die sie in der Form und Ausdehnung erscheinen lässt, dass sie ihrem Zwecke entsprechen? Schlägt nicht auch das Herz, bevor es das Blut treibt?

Wir haben einige Gründe, die dieser Annahme Gewicht geben. Einmal die längere Bewegung des Zwerchfells nach dem Aufhören des Athemholens, was, wie erwähnt, nur in der Herzbewegung sein *Analogon* hat.

Dann die wiederholte Beobachtung, dass auch Thiere vor Zutritt der Luft Bewegungen machen, die ganz ähnlich den Athembewegungen sind (vgl. Volkmann in Müllers Archiv 1841. St. 4.)

Fernere Untersuchungen werden erforderlich sein, um das zu bekräftigen, was jetzt nur noch als Vermuthung hingestellt werden darf.

Nicht selten findet man Krankheiten, welche in der Umgegend der gestreiften Körper entstanden sind, mit Leiden der Respiration auf auffallende Art verbunden. So lesen wir z. B. bei Andral (Cl. Med. V. p. 76) folgende Krankheitsgeschichte: Ein vorher ganz gesunder Mann erkrankt plötzlich. Folternder Kopfschmerz, grosser Kraftmangel, Appetitlosigkeit mit Schmerz in der Herzgrube sind seine vorwaltenden Klagen. Er ist ohne Theilnahme, regungslos, giebt selten Antwort, träumt. Die Zunge ist ausgetrocknet, der Darm träge, die Haut heiss, der Herzschlag durch seine Häufigkeit ausgezeichnet. Auffallend ist die Blasenlähmung, kein Urin entleert sich, stets muss die Kunst zu Hülfe kommen. Besonders

beachtenswerth sind die Athembewegungen; einen Augenblick gehoben, beschleunigt, mit Rasseln verbunden, bald nachher langsam, in grossen Zwischenräumen auf einander folgend; das Heben der Brustwände ist stark und steht in keinem Verhältniss zu der Stärke des Athmungsgeräusches. Die Intermission nimmt bis zum Tode auffallend zu.

Die Lungen sind gesund, knistern, nur hinten ist etwas Blut gehäuft. (Es ist Leichenhyperämie.) Im Unterleibe finden sich unbeträchtliche Veränderungen. Nur das Gehirn ist vorwaltend Sitz der Krankheit. An den Hemisphären selbst ist die Abweichung unbedeutend. Hingegen schwimmt in den Ventrikeln viel milchichte Flüssigkeit, die ganze Umgegend ist erweicht und zerfliessend.

Bright bemerkt gewiss mit Recht, dass durch kein Gehirnleiden rascher der Tod erfolge, als durch Erguss von Blut in die Ventrikel, gemeiniglich unter stertorösem beschwerlichen Athemholen (*Reports of med. cas. Vol. I. p. I. p.* 329.)

Jedem Arzte ist bekannt, welche grosse Veränderung im Athemholen bei Kindern bemerklich wird, die an *Hydrocephalus acutus* leiden. Es wird unregelmässig und ist mit Recht mit dem abschwingenden Pendel einer Uhr verglichen worden.

Man darf nicht glauben, dass bei allen Leiden des gestreiften Körpers Athembeschwerden vorkommen. Wir finden im Gegentheil in den Schriften der Aerzte sehr viele Fälle verzeichnet, in welchen ein gestreifter Körper erweicht, ja völlig zerstört war und nichts desto weniger war im Leben das Athmen nicht im Mindesten verändert. — Um dies zu erklären, ist einmal wohl zu beachten, dass sich beide Körper ergänzen. Die zur Contraction des Zwerchfells gehörenden Fasern, welche ins *C. striatum* übergehen, liegen nicht in einer Hälfte, sondern in beiden,

sonst würde nicht Reizung einer jeden das Athemholen vermehren. Selten kommt es vor, dass beide *Corpora striata* vollends zerstört, dass alle Nervenfasern erweicht sind. Wenn man aber einmal gesehen hat, wie ein Rückenmark, welches durch anhaltendes Reizen zum weichsten Brei umgestaltet worden ist, immer noch nicht seine Reizbarkeit in den zerstörten Theilen verloren hat, wird man wohl zugeben, dass selbst bei bedeutenden Störungen der *Corp. striata* noch die Athemfunction ziemlich normal von Statten gehen kann. — Ausserdem zeigt Reizung des einen *Corp. striatum* Bewegung des ganzen Zwerchfells. Entweder müssen also beide Hälften dieses Muskels in jedem *C. striatum* repräsentirt sein, oder es muss eine leichte Mittheilbarkeit von einer Seite an die andere angenommen werden.

Doch dem sei, wie ihm wolle; jedenfalls erklärt sich dadurch, wie die theilweis erfolgte Zerstörung des *C. striati* nicht nothwendig Athemstörung zur Folge hat.

Findet sich hingegen eine solche Abweichung bei Kranken und fehlen auch die krankhaften Erscheinungen in andern Organen nicht, deren Nerven zu diesem Hirntheile hinlaufen, so haben wir ein Recht zur Vermuthung, dass in der Gegend des *Corp. striatum* die Krankheit ihren Sitz habe.

Wir haben jetzt den Einfluss der Hemisphären des grossen Gehirns auf die Athemfunction zu betrachten. — Es sind auch dieser Untersuchung Experimente zu Grunde gelegt; doch müssen wir gestehen, dass trotz aller darauf verwandten Mühe das Resultat nicht so befriedigend ausfiel, als zu hoffen war. Die Versuche wurden theils an Kaninchen, theils an Katzen ausgeführt.

Wegen der grossen Unregelmässigkeit und des ge-

ringen Athembedürfnisses eignen sich Frösche zu diesen Versuchen wohl am wenigsten.

10) Einem Kaninchen wurde der Athem gezählt, als es ruhig in der Stube sass, und ohne alle Angst zu sein schien. In der Minute zählte ich 138 Züge. — Nach dem Einfangen und Festbinden wartete man eine lange Zeit, bis das Thier völlig ruhig geworden war. Man zählte auch jetzt wieder genau 138 Züge und nahm dieses als Normalzahl an. – Ein Längenschnitt über einer Hautfalte gemacht, nach vorn und hinten hinlänglich erweitert, legte Stirn- und Scheitelbeine bis zu dem Hinterhaupte blos. Die dünne Muskel- und resp. Sehnenlage wird leicht entfernt; dann an jeder Seite der Schläfenmuskel ganz dicht am Knochen von demselben gelöst. (Die Blutung ist hiebei in der Regel sehr gering, wenn man nur recht genau am Knochen bleibt; der Schmerz bleibt zwar bei der Lösung des hintern Theiles des Muskels nie aus, ist aber ebenfalls bei derselben Vorsicht nicht bedeutend.)

Neben dem Schläfenmuskel wurde mit einer sehr scharfen Zange ein Knochenstück entfernt. Die Blutung aus dem Knochen selbst war nicht stark. Die *Dura Mater* war ganz unverletzt. Mit einem sehr dünnen Skalpellstiele ward in der Umgegend der entblössten Stelle die harte Hirnhaut von dem Knochen getrennt, dann das Wegbrechen fortgesetzt, bis die obere Fläche des grossen Gehirns freilag. Besondere Vorsicht wurde an der Stelle angewendet, wo der Längenblutleiter herläuft, damit eine so oft den Versuch vereitelnde Blutung vermieden ward.

Nachdem vorsichtig die harte Hirnhaut getrennt und zurückgeschlagen war — eine Verrichtung, die hier mit ausnehmend geringer Blutung verknüpft war, weil das Blut bei diesem Thiere überaus leicht gerann — wurde ein ziemlich starker Druck auf den hintern Theil des Gehirns angewandt. Das Athmen sank bald von 138

auf 120. [Ganz ähnliche Beobachtungen hat Fodera (Magendie Journ. III. p. 196) gemacht.]

11) Mit demselben Erfolge wurde bei einem andern Kaninchen derselbe Versuch angestellt.

12) Bei einem jungen Kaninchen wurde längere Zeit hindurch das Athmen gezählt. Es hatte 70 Züge in der Minute *). — Ich nahm diesem Thiere die rechte Hälfte des grossen Gehirns genau bis zur Fläche des *Corpus callosum* weg, das *Centrum semiovale* bedeckte noch den gestreiften und Sehhügel. Die Operation ward, ohne dass das Thier den geringsten Schmerz äusserte, verrichtet. — Ich zählte hierauf die Athemzüge, sie waren auf 77 gestiegen, jedoch regelmässig.

Ich nahm hierauf in derselben Höhe auch die linke Hemisphäre weg. Der Blutverlust war trotz der grossen Verwundung sehr gering und das Thier im Verhältniss zu dieser starken Beeinträchtigung sehr lebenskräftig geblieben. — Im Athmen war eine auffallende Veränderung eingetreten. Es war einmal viel seltner geworden, wenn man die Zeit zwischen den einzelnen Athemzügen bei der Mehrzahl derselben nach der Operation und die vor derselben verglich. Vor der Operation kamen auf sechs Sekunden sieben Athemzüge, also auf eine Sekunde mehr als einer. Nach derselben hingegen kam auf eine Sekunde ein Athemzug und weniger, etwa eine halbe Minute hindurch, — dann trat eine solche Vermehrung ein, dass auf zwei Sekunden oft fünf kamen; und am Ende der Minute war die frühere Seltenheit wieder eingetreten. — Fiel die grosse Unregelmässigkeit nicht in die Minute, in welcher gezählt wurde, so war die Anzahl der Züge viel geringer. So zählte man 65, 52 und 43; aber auch

---

*) Es ist sehr auffallend, wie sehr verschieden bei Kaninchen die Anzahl der Athemzüge ist, selbst dann, wenn sie ganz in Ruhe verharren. Dass jede Bewegung von bedeutendem Einfluss, ist bekannt.

86 Athemzüge in der Minute kurz hinter einander. — Oft blieben ein, zwei und mehrere ganz aus, die einzelnen waren bald gedehnt, bald kurz und stossend, — mit einem Worte in jeder Beziehung die grösste Unregelmässigkeit eingetreten.

Die Wegnahme des *Corpus callosum*, des *Tegmentum* brachte hingegen auf die Athembewegungen nicht die geringste Wirkung hervor. Sie blieben eben so unregelmässig, als sie vorher gewesen. — Bei einer Reizung des Streifenhügels hingegen trat beträchtliche Vermehrung ein, wovon bereits schon gesprochen war.

13) Einer Katze wurde nach eröffnetem Schädel die rechte Hälfte des grossen Gehirns gänzlich weggenommen, indem das neben das *Corp. callosum* eingesenkte Messer bis auf den Boden des Schädels und nach hinten bis zu den Vierhügeln geführt wurde. Alles, was der Schnitt bezeichnete, wurde mit einem Löffel entfernt und die Höhle mit Schwamm ausgestopft, um die Blutung zu stillen, welches sehr bald gelang. Hierauf wurde das losgebundene, an den linken Extremitäten gelähmte Thier so auf den Rücken gelegt, dass es nach einer Seite hin nicht mehr hingeneigt war, als nach der andern, um genau das Athmen zu beobachten. Es ergab sich die interessante Erscheinung, dass die linke Brusthälfte viel weniger sich hob, als die rechte, welche deutlich ausgedehntere Bewegungen machte.

Schon nach einer Stunde jedoch bemerkte man nicht den geringsten Unterschied; beide Seiten respirirten gleich.

14) Bei einer Katze machte ich denselben Versuch. Dieselbe Verschiedenheit beider Seiten zeigte sich zwar, doch war sie schon nach einer halben Stunde gänzlich vorüber.

Eben dasselbe schnelle Verschwinden bemerkte ich bei einem Kaninchen. Bei diesem Kaninchen war besonders an dem oberen Theile der Brust der Unterschied

sehr frappant. Man sah hier auf der gelähmten Seite die schwachen Bewegungen nur mit Mühe. — Später hingegen waren, wie erwähnt, auf beiden Seiten die Ausdehnungen gleich stark.

Bei vielen Thieren hingegen konnte ich nicht mit Bestimmtheit den Unterschied wahrnehmen, sowohl bei Säugethieren, als Vögeln.

15) Bei einem alten Hahne wurde die ganze rechte Hälfte des grossen Gehirns entfernt. Die Wirkung auf das Athemholen war gleich 0.

16) Werden beide Hemisphären des grossen Gehirns und alle unterliegenden Theile bis zu den Vierhügeln hinweggenommen, so beobachtet man bei verschiedenen Thieren verschiedene Erscheinungen, welche nur bei genauer Beobachtung erklärlich werden. Es kömmt hier nämlich Alles auf den Blutverlust an. Ist dieser stark, so entsteht jedesmal eine sehr beträchtliche Vermehrung der Athemzüge. Das Athemholen wird keuchend, geschieht mit aufgesperrtem Maule, scheinbar unter grosser Beängstigung und ist oft unzählbar. Dasselbe entsteht schon bei starkem Blutverlust aus den Gefässen der Häute, ehe noch ein Theil des Gehirns hinweggenommen ist. Dasselbe entsteht bei jeder starken Blutung, welche nicht arteriell ist, also nicht so überaus plötzlich erfolgt. Hat man aber Gelegenheit, ein Thier zu beobachten, in welchem die Blutung sehr gering ist *), so nehmen die Athemzüge durch Entfernung der Hemisphären ab und werden unregelmässig. Ein solches Thier, dem das ganze

*) Es kommen sowohl Kaninchen als in seltnen Fällen selbst Katzen vor, bei denen das Blut so schnell gerinnt, dass man nicht im Stande ist, eine grössere Blutmenge zu entziehen. Man erstaunt oft über diese Erscheinung, welche mir besonders auffiel und selbst hinderlich wurde, als ich früher Versuche über die Wirkung des Blutverlustes anstellte. — Auch jüngere Kaninchen machen oft durch diese Eigenschaft Hirnversuche leicht ausführbar.

grosse Gehirn allein, oder dies und die Vierhügel, oder alle diese Theile und das kleine Gehirn entzogen worden sind, athmet seltner als vorher, wenn es ein Säugethier ist. Hingegen bemerkte ich bei vielen, dass die Zahl der Athemzüge bei einigen Thieren früher, bei andern später, (bei andern aber gar nicht) mehr die Normalzahl erreicht. Die Erscheinung ist also eine vorübergehende, wie sie in gewissem Grade auch hinsichtlich der Bewegung der willkührlichen Extremitäten-Muskeln vorübergehend ist.

Ich will die einzelnen Beobachtungen nicht erwähnen, sie bieten wenig Interesse dar. Erst durch eine beträchtliche Menge von Versuchen kam ich dem wahren Sachverhältnisse näher.

17) Ich nahm einem sehr kräftigen Hahne die beiden Hemisphären des grossen Gehirns weg und alle darunter gelegenen Theile bis zur Basis. Die Athemzüge wurden weder in ihrer Häufigkeit noch in ihrem Rythmus im Geringsten abgeändert. Ich nahm Zweihügel, kleines Gehirn, Brücke hinweg und die Schädelhöhle war bis zum verlängerten Marke, das unverletzt bestand, leer. Ich bemerkte aber durch alle diese Verstümmelungen nicht den geringsten Einfluss auf die Athembewegungen.

Stelle ich nun alle diese Beobachtungen zusammen, so lassen sich hieraus einige Schlüsse über die Einwirkungen des grossen Gehirns auf die Athembewegungen ziehen:

1) Da Reizungen der Hemisphären des grossen Gehirns die Athembewegungen nicht vermehren, so kann man annehmen, dass die dazu verwandten motorischen Nerven nicht bis zu diesen Gehirntheilen empor steigen.

Nichts desto weniger sind aber

2) die Hemisphären von nicht zu läugnendem sichtlichen Einflusse auf das Athmen. Es wird hierdurch seltner und unregelmässig gemacht, vorübergehend bei Wegnahme einer Hälfte, anhaltender bei Wegnahme beider.

Wir wissen, dass die Hemisphären einen Einfluss, gewissermassen eine Herrschaft auf alle motorischen Fasern üben, sie gleichsam fähig machen, ihrer Function vorzustehen, ohne selbst auch nur eine einzige zu enthalten. Demselben Gesetze, das bereits von den willkührlichen Muskeln im ersten Hefte nachgewiesen wurde, sind auch die Bewegungen des Athemholens unterworfen. Ja ebenso, wie wir dort gesehen haben, dass die Abhängigkeit stufenweise abnimmt, je mehr sich das Thier von dem Menschen entfernt, ganz dasselbe beobachten wir hier. Bei Vögeln selbst ist die Wegnahme des einen und der beiden Hemisphären ohne Einfluss; bei Kaninchen von ganz vorübergehendem, bei Katzen dauert er schon länger; bei Menschen endlich ist die Einwirkung noch entschiedner. Schon ein mässiger Druck hat stertoröses, seltnes Athmen zur Folge. — »In der Hirnerschütterung wird das Athmen anfangs aussetzend, später keuchend, selten und schwach.« (Burdach.)

Aber entschieden ist es, dass die Abhängigkeit der Athembewegung von den genannten Gehirntheilen ungleich geringer ist, als die der rein willkührlichen Bewegungen. Jene sind mit dem Herzschlag in dieser Beziehung auf gleiche Linie zu stellen.

Mit gleichem Unrecht würde man aber auch die Selbstständigkeit beider behaupten wollen. Ich will nicht widerlegen, dass Kinder, die gehirnlos geboren wurden, geathmet haben. Ich halte es für wahr, für übereinstimmend mit andern Erscheinungen; — auch Frösche, auch Vögel gebrauchen ihr Gehirn nicht zum Athmen. — Wenn aber nachgewiesen wird, dass bei einem erwachsenen, ausgebildeten Menschen das Gehirn zum grossen Theil zerstört wurde ohne Beeinträchtung des Athemholens, — dann will ich alle meine Behauptungen für falsch, für irrthümlich selber erklären.

Man nennt das Gehirn ein edles, ein hochwichtiges Organ, unentbehrlich für's Leben, — aber worin doch liegt die Ursache seiner hohen Dignität, seiner Unentbehrlichkeit? Sicher nicht, weil es das Organ der Seele ist, weil sich hier Vorstellungen combiniren. Ohne diese kann das Leben bestehen; aber nicht ohne Athembewegung. Und grade diese Verrichtung geht bei Säugethieren vom Gehirne aus. Sie überleben dessen Wegnahme nur kurze Zeit, um so kürzer, je näher sie in ihrer Organisation dem Menschen stehen.

Welchen Weg die Nervenfasern nehmen, welche zur Athembewegung veranlassen, war eine Frage, die unsre ganze Aufmerksamkeit fesseln musste. Im Gehirne wurde bereits ein Theil aufgefunden, von welchem aus durch Reizung die erloschenen Bewegungen für das Zwerchfell sich wieder hervorrufen lassen, in dem, wie mir wahrscheinlich ist, die Bewegungsfasern für diesen Muskel enden. Die andern Theile des grossen oder kleinen Gehirns zu entdecken, durch welche diese Fasern verlaufen, um zu den gestreiften Körpern zu gelangen, habe ich jedoch mich mit Ausnahme der Vierhügel, durch deren Reizung ich ebenfalls vermehrtes Athemholen bei einem Kaninchen entstehen sah, vergebens bis jetzt bemüht.

Glücklicher war ich am verlängerten Marke. Bei mehreren Kaninchen und Katzen veranlasste eine Reizung etwa zwischen Keil- und Seitenstrang, also entsprechend der Stelle zwischen *Corp. restiformia* und *Olivae* entschiedene Inspirationsbewegungen, nachdem das Athmen schon vollständig aufgehört hatte; hingegen brachte Reizung grade in und neben der Mittellinie (also an den Pyramiden) Bewegung der Bauchmuskeln wie beim Ausathmen hervor.

Ich will nicht entscheiden, ob die Reizung, welche tief ins Mark ging, vielleicht Fasern des *Vagus* traf,

also Reflexbewegung hervorrief, oder Mitbewegung vom *Accessorius* aus oder ob Zwerchfellsnerven an dieser Stelle verlaufen.

Obwohl sehr rasch die Reizbarkeit so viel geschwunden ist, dass selten eine sichtbare Athembewegung mehr entsteht, nachdem das Thier aufgehört hatte zu athmen, so dauerte doch nach allen meinen Beobachtungen die Reizbarkeit der Athembewegungs-Nerven stets länger nach dem Tode, als die für die Bewegungen der untern Extremitäten, meistens auch die für die obere fort. Immer bleibt es erstaunenswerth, wie so überaus kurze Zeit dazu gehört, bis nach dem Tode bei Säugethieren das Leben des verlängerten Marks erlischt. Eben sah man noch willkührliche Bewegungen, einige Zuckungen folgen, — man will reizen und schon bleibt der Erfolg aus.

Ob die Zwerchfellnerven bereits im verlängerten Marke zum grossen Theile gekreuzt sind, will ich nicht mit Bestimmtheit behaupten. Doch spricht eine Beobachtung dafür. Durch Reizung des verlängerten Marks links sah ich deutlich eine stärkere Bewegung rechts als auf der gereizten Seite entstehen. Jedenfalls ist aber die Kreuzung nicht vollständig, da kein wesentlicher Unterschied sich zeigt, ob rechter oder linker Streifenhügel gereizt wird.

18) Um endlich zu prüfen, ob Wegnahme des Lendenmarks von besonderem Einflusse auf die Athemfunction sei, wurde bei einer Katze, welche vor der Operation bei völliger Ruhe des Körpers 44 Mal in der Minute Athem holte, vom ersten Lendenwirbel an mit einem Stabe das Mark bis zu Ende gänzlich zerstört; dann wieder eine Zeit lang gewartet und von Neuem gezählt. Die Zählung ergab 42 Züge in der Minute.

Noch bedeutender wird der Unterschied, wenn das Thier einen oder zwei Tage nach vollzogener Operation

beobachtet wird. Hier ist die Abnahme der Athemzüge gewöhnlich viel grösser.

Ich stelle diese Beobachtung hin, ohne sie erklären zu können, und ich will nicht Hypothesen aufsuchen, die wenig Nutzen schaffen können.

Ich kann diesen Abschnitt nicht schliessen, ohne einer Beobachtung zu gedenken, welche bereits schon von Valsalva, Morgagni u. A. gemacht worden ist. Nach Verwundungen des Kopfs nämlich finden sich nicht selten in der Leiche Abnormitäten der Lungen. Morgagni führt drei Fälle LI, 18, 19, 20 *), die er selbst beobachtete und andere von andern Schriftstellern an, um diese auffallende Erscheinung zu erhärten. Besonders interessant ist der Fall LI, 20, in dem 15 Tage nach einem Schlage auf den Kopf der Tod erfolgte und in der Leiche das Gehirn gesund, die Brusthöhle mit Eiter überfüllt gefunden ward. — Man vgl. auch Klein Chirurg. Bem. p. 123; ferner Bright l. c. II, 1. p. 216; es entstanden in letzterem Falle nach Verbrennung der Brustgegend erst Pulmonarscheinungen, später Coma. In der Leiche war ausser der Lungenstörung das Centrum beider Hemisphären in der Nähe der *Corp. striata* vorzugsweise affizirt. Nicht ohne Interesse ist auch Case I. von Bright (Ibid. p. 11.). Einer Hepatitis folgte ein Brustleiden der rechten Seite; Delirium, Coma und nach 24 Stunden der Tod. In der Leiche fand sich die Leber gesund; auf der rechten Brust viel Eiter ergossen und auch Eiter auf der *Arachnoidea;* in den Ventrikeln trübes Serum und auf

---

*) Morgagni's Fall LI, 17 scheint mir, obwohl er von ihm selbst dazu gerechnet wird, nicht beweisend zu sein; da Tuberkel sich zu häufig in den Lungen vorfinden, als dass man sie in Zusammenhang mit der vorausgegangenen Kopfverletzung bringen dürfte.

dem Grund jedes hintern Horns eine eiterartige Flüssigkeit.

So interessant es ohne Zweifel ist, solche Beobachtungen nicht unberücksichtigt zu lassen, so dürfen wir uns aber nicht verhehlen, dass sie allein bei weitem nicht ausreichen würden, uns zu der Annahme zu bestimmen, dass die Affectionen der Lungen mit dem Gehirnleiden im Zusammenhang standen. Der strikte Beweis für einen solchen Zusammenhang wird durch diese Fälle nicht geliefert.

§. 3.

Stimme.

Indem Luft durch die Spalte der genäherten Stimmritzenbänder während des Ausathmens durchgetrieben wird, geräth sie in Schwingungen, es entsteht ein Ton. Er ist nicht möglich, wenn die Bänder sich nicht bedeutend nähern. Die Stimme wird aufgehoben durch Ursachen, welche das Schliessen derselben verhindern; sie wird leicht sich durch alle Veranlassungen bilden, welche das Schliessen befördern. — Diese Behauptung ist so wahr, so anerkannt, dass sie keines Beweises bedarf. Hingegen ist es von hohem Interesse, den Quellen der Bewegungen jener Bänder nachzuforschen und die vielgliedrige Verwandtschaft dieser Bewegung mit andern näher kennen zu lernen.

Die Bewegung der Stimmritzenbänder ist überwiegend abhängig vom *N. vagus (c. accessorio)*, dessen beide Kehlkopfszweige in allen Muskeln des Kehlkopfs sich ausbreiten. Ich sage überwiegend „und nicht einzig,“ weil beide Aeste mit dem *N. sympathicus* communiciren. Vielleicht ist dies der Weg, auf welchem der Einfluss des Rückenmarks auf das Stimmorgan vermittelt wird, während der *N. vagus* an seinem Ursprunge, dem ver-

längerten Marke, vielleicht Uebergangsfasern von Theilen des grossen Gehirns empfängt und so die Verbindung dieses Organs mit den Stimmritzenbändern erklärt. Vielleicht endlich hat der eigenthümliche Verlauf des *N. recurrens* den Zweck, den Zusammenhang mit gewissen Rückenmarkstheilen zu Stande zu bringen. Mehrere Gründe scheinen dafür zu sprechen, dass in dem Rückenmarke manche Stellen angetroffen werden, die eine höhere Dignität als andere besitzen; und dass die Functionen desselben nicht an allen Stellen genau dieselben sind.

Der von J. Müller (Physiol. I. p. 341.) ausgesprochenen Meinung, dass durch die Verbindung mit dem sympathischen Nerven der untere Kehlkopfszweig vorzugsweise die automatischen Bewegungen im Kehlkopfe bedinge, stehen, wie mit Recht Valentin (*de funct. nerv. p.* 30) bemerkt, wesentliche Einwürfe entgegen. Vereinigung des *N. sympathicus* mit einem motorischen Nerven ist durchaus nicht immer Veranlassung, dass eine Bewegung automatisch wird, wovon Beispiele vorhanden sind.

Der Einfluss des Rückenmarks auf die Stimme lässt sich durch Versuche nachweisen. Durchschneidet man nämlich einem Säugethiere in der Gegend der untersten Brustwirbel das Rückenmark vollständig, so tritt bei der allergrössten Zahl der Thiere, die man zu diesem Versuche verwendet hat, eine auffallende Schwäche der Stimme ein, die sich zuletzt bis zur vollständigen Stimmlosigkeit steigert. Ich bemerkte diese Erscheinung weniger deutlich bei Kaninchen, welche meinen Beobachtungen zufolge auch am kürzesten die genannte Operation überleben, — deutlicher bei Katzen und Hunden. Gewöhnlich schon am zweiten, höchstens dritten Tage wurde bei Katzen die Stimme ungemein heisser und unkenntlich. Kaum waren die Töne hörbar, wenn man eine Stelle

der Haut über der Durchschneidung kneipte oder sonst schmerzhaft erregte.

Auch bei Rückenmarkskranken hat man häufig Verlust der Stimme wahrgenommen, vgl. Nasse Unters. zur Phys. u. Path. I. p. 249.

Welchen Zweck es hat, dass so viele, ja vielleicht alle Körpertheile aus doppelter Quelle mit Nerven versorgt werden, einmal aus der im Schädel, dann aus der im Rückgrathcanale liegenden Nervenmasse, dies verdient, wie mir scheint, noch eine sorgfältigere Untersuchung und möchte zu wichtigen Resultaten führen.

Um den Antheil des Gehirns an der Stimme zu erforschen, beginnen wir füglich mit der Wirkung des *N. vagus.*

Ich beschreibe zuerst die Art der Bewegung der Stimmritzenbänder, wie ich sie bei lebenden Thieren beobachtet habe. Diese Bänder werden blosgelegt, indem man bei einem auf dem Rücken liegenden Säugethiere, dem der Kopf zurückgehalten wird, auf einer Hautfalte gerade über dem Kehlkopfe einen 4 Zoll langen Hautschnitt macht, den Hautmuskel durchschneidet, die *M. sternohyoidei* und *sternothyreoidei,* welche auf dem Kehlkopfe liegen, an der Gränze ihres Zusammenstossens trennt und zur Seite schiebt, so dass der Kehlkopf und ein Theil der Luftröhre vorliegen. Sodann senkt man ein schmales, spitzes Bistouri zwischen zwei der oberen Luftröhrenringe und setzt den Schnitt bis durch den Ring des Ringknorpels fort. Man fasst mit der Pinzette auf jeder Seite den eingeschnittenen Luftröhrentheil und schneidet ihn, sowie den Ringknorpel ab und zwar in solcher Breite, dass man deutlich die Stimmbänder erblicken kann.

Obwohl durch künstliche Oeffnung Luft in die Lungen dringen kann, so bewegt sich doch während des Athemholens die Stimmritze regelmässig, sie öffnet sich

während des Einathmens, sie schliesst sich während des Ausathmens.

Wenn das Thier recht ruhig ist, bleibt die genannte Bewegung nur auf das Athmen beschränkt und ist dann nicht sehr stark. Nur selten, bei tiefem, bei sehr häufigem Athmen schliesst sich die Stimmritze so vollständig, dass man eine Fläche vor sich sieht, auf der man in der Mitte eine Linie zu erblicken glaubt. Gewöhnlich ist dies nicht der Fall, es bleibt beim Ausathmen ein länglichter Spalt offen. Bei Katzen gleicht die Stimmritze während des Einathmens zwei abgestumpften mit ihrer Basis an einander liegenden Dreiecken; die eine stumpfe Spitze sieht nach vorn, die andre nach hinten.

Will man die Bewegung der Bänder genau studiren, so muss man sie dann beobachten, wenn sie recht kräftig sich contrahiren und expandiren und doch langsam genug diese Bewegungen geschehen, um gut die Richtung erkennen zu können. Bei schneller Bewegung sieht man nur zwei gegeneinander schlagende Klappen, die beständig sich nähern und entfernen. Man erreicht hingegen seinen Zweck vollständig, wenn man vorzugsweise bei Katzen und Hunden die Bänder oder ihre Umgegend reizt. Sogleich nach jeder Reizung erfolgt Husten. Dauert jene hingegen eine Zeit lang fort, so bleibt endlich der Husten aus; die Bewegung ist hiezu nicht kräftig genug, aber doch noch hinlänglich deutlich, um die verschiedenen Arten, in der sie geschieht, zu erkennen. Die Bänder werden in dem einen Momente, das dem Ausathmen entspricht, nicht nur einander genähert (durch den unpaaren Giesbecken-Muskel) und gespannt (durch Contraction des *M. cricothyreoideus*), sondern wölben sich auch so, dass sie nach unten, d. h. nach der Lunge zu convex, nach oben concav werden, in höherm Grade wie zwei hervorstehende Backen erscheinen, (durch Zusammenziehung der *M. thyreoarythenoidei*). Im zweiten Moment,

welches dem Einathmen entspricht, entfernen sie sich wieder von einander und zwar in grösserer Ausdehnung, als dies bei einem todten Kehlkopfe der Fall (durch die *M. cricoarythenoidei laterales*); sie werden erschlafft (durch die *M. cricoarythenoid. post.*), und ihre Wölbung wird aufgehoben, indem sie sich abflachen; es entsteht aber nicht eine zweite Wölbung im entgegengesetzten Sinne, weil hiezu der Muskelapparat fehlt.

Ohne Zweifel ist die Verengerung der Stimmritze viel mehr ein aktiver Prozess, als die Erweiterung, ohne dass deshalb diese eine passive zu nennen ist. Sie geschieht nur, wie mir scheint, mit geringerer Energie, als diese.

Jene gehört vielleicht zu den häufigsten Reflexbewegungen am ganzen Körper. Es giebt Thierindividuen, bei welchen dieser Reflex auf eine ausgezeichnet deutliche Weise sich kund giebt. Ich habe Katzen gesehen, bei denen die leichteste Reizung eines Hauttheils, die geringste Körperbewegung, ein Geräusch in der Nähe hinlänglich war, um sehr oft hintereinander die Stimmritze beständig zum Schliessen und Oeffnen zu bringen. Wir wissen, wie jede Vorstellung, jede Empfindung von Freude und Trauer am ehesten diese Bewegung veranlasst, wie Schmerz und Lust sich am meisten durch willenlose Töne kund geben.

Reizung des *N. vagus* am Halse hat vermehrte und verstärkte Bewegung der Stimmritzenbänder, zuweilen selbst Husten zur Folge. Letzteres hat Romberg an einem Pferde beobachtet (Müllers Archiv 1838 p. 311). Einmal sah ich dasselbe an einem Hunde wiederholt sehr deutlich. Einstechen einer Nadel in den Nerven brachte mehrmals Husten hervor. In sehr vielen andern Versuchen blieb aber jede Reizung ohne Erfolg.

Durchschneidet man den *N. vagus* neben dem Kehlkopfe einer Seite, so hört in dem Augenblicke nach

geschehener Durchschneidung die Bewegung des entsprechenden Bandes auf. Bei Thieren, bei welchen die Bewegung recht lebhaft grade von Statten geht, ist es ein interessanter Anblick, wie von den zwei fast unaufhörlich schwingenden Klappen nun plötzlich die eine stille steht und die andere allein wie vorher ventilirt.

Werden beide *N. vagi* durchschnitten, so hört beiderseits die Bewegung auf. Die Stimmritze ist in dem Zustande, wie nach dem Tode, zuweilen sogar noch mehr geschlossen, eine Beobachtung, die bekanntlich von Magendie herrührt. Nie habe ich jedoch, wie andere dies bemerkt haben wollen, eine so vollständige Schliessung bemerkt, dass dadurch der Luft der Zutritt verwehrt worden wäre.

Nach Durchschneidung beider *N. vagi* entsteht, wie Krimer und Brachet bemerken, in der Regel nach Reizung kein Husten mehr. Doch giebt es, wenn auch selten, Ausnahmen. Ich habe solche einige Mal sehr bestimmt und deutlich beobachtet; was übrigens nichts Auffallendes und von andern hiehin gehörenden Erscheinungen Abweichendes hat. So entstand z. B. bei einer alten Katze, der beide *Vagi* durchschnitten waren, noch einmal Husten, als ich die Stimmritze mit einem spitzen Drahte reizte. Bei wiederholter Reizung blieb der Erfolg aus. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich noch bei einer zweiten Katze.

Nach Durchschneidung des *N. recurrens* hört ebenfalls augenblicklich die Bewegung des entsprechenden Stimmenritzenbandes auf. — Bei einer Katze machte ich folgende interessante Beobachtung:

Auf der rechten Seite wurde der *N. recurrens* durchschnitten. Sogleich nach der Durchschneidung hörte die Bewegung des rechten Stimmritzenbandes auf; das linke bewegte sich allein weiter. Ich zerschnitt hierauf den linken *N. vagus*, das linke Stimmritzenband stand so-

gleich still, aber kurz nachher bewegte sich das rechte von Neuem.

Ich stelle diese Beobachtung hier hin, ohne eine Erklärung zu versuchen, die, wie mir scheint, genügend nicht gegeben werden kann. Wenigstens wird hiedurch ein neuer Beweis geliefert, dass der *Ramus laryngeus superior* motorisch ist und unter Umständen den *Ramus inferior* ersetzen kann. Doch geht aus allen Beobachtungen hervor, dass der *N. recurrens* vorwaltend motorisch und wenig sensibel, der *R. laryngeus superior* vorwaltend sensibel und weniger motorisch ist.

Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, weder bei lebenden, noch eben getödteten Thieren von irgend einem Gehirntheile aus Bewegung der Stimmritzenbänder hervorzurufen. Ich habe zu wiederholten Malen bei Kaninchen die Schädelhöhle und den Kehlkopf geöffnet, während die Thiere noch lebten, und nun zuerst in dem ganzen Umfange die Hemisphären des grossen Gehirns mit mechanischen und chemischen Mitteln reizen lassen, während ich selbst die Stimmritze genau beobachtete; es entstand keine Vermehrung der Contractionen, keine Seite bewegte sich stärker. Ich trug hierauf die Hemisphären ab, reizte mit demselben negativen Erfolge das *Centrum semiovale* und *Corpus callosum*. Sodann wurden die beiden Seitenhöhlen blosgelegt, erst das *Corpus striatum*, dann der *Thalamus*, dann die Vierhügel auf jeder Seite gereizt, ohne dass Erfolg eintrat. Einer lebenden Katze wurden das kleine Gehirn, sodann die Stimmritzenbänder blosgelegt. Reizung sowohl der einen als der andern Hemisphäre brachte nicht Vermehrung; Wegnahme einer Hälfte nicht Verminderung des einen oder beider Bänder hervor.

Eben so wenig sah ich bei einem eben getödteten Hunde, der durch *Tinct. op.* vergiftet worden war, irgend

eine Spur von Bewegung in den schon gänzlich ruhenden Bändern nach Reizung der verschiedenen Hirntheile entstehen.

Endlich waren auch bei zwei eben getödteten Katzen meine Versuche vergebens angestellt; die Bänder blieben ruhig wie zuvor.

Einer lebenden Katze nahm ich die ganze linke Hälfte des grossen Gehirns bis zur *Basis* weg, legte sodann die Stimmenritzenbänder blos, konnte aber nicht den geringsten Unterschied zwischen der Bewegung der rechten und linken Seite bemerken. Sie war hier und dort ganz gleich.

Einigemal habe ich hingegen Kaninchen eigenthümliche Töne hervorbringen gehört, als ich die Vierhügel und als ich das kleine Gehirn verletzte. In den drei Fällen, in welchen ich diese Beobachtung machte, zeigte das Thier keine Erscheinungen von Gefühl *), wenn man die Hervorbringung des Tones nicht dafür gelten lassen will. Es wollte sich nicht vom Platz entfernen, hatte kein Zittern, sah nicht nach der gereizten Stelle hin etc. Der Ton lässt sich nicht wohl beschreiben, einen heisern kann ich ihn nicht nennen.

Bei einem vierten Kaninchen hatte ich das verlängerte Mark blosgelegt. Ich stach etwa zwischen dem *Fasciculus gracilis* und *cuneatus* eine Nadel ein, welche an ihrer Spitze mit einer concentrirten Lösung von *Kali caust.* befeuchtet war. Als ich in die Tiefe des Markes kam, liess das Thier, welches bereits nicht mehr athmete, eigenthümliche rauhe Töne hören. Die Berührung des obern (hintern) Theils der *Medulla oblongata* hatte nur geringe Zuckungen zur Folge gehabt.

---

*) Ich habe nicht immer, wie Flourens, beobachtet, dass durch Reizung der *Corp. quadrigemina* Zuckungen entstehen; oft sah ich keine Spur davon.

Aus Krankheitsfällen lässt sich mit Gewissheit feststellen, dass das Gehirn von sehr bedeutendem Einflusse auf die Hervorbringung der Stimme ist.

Wir lesen in vielen Berichten, dass nach einer starken mechanischen Einwirkung auf den Kopf, wie einem Schlage mit einem stumpfen Werkzeuge, Lähmung aller willkührlichen Muskeln und Verlust der Stimme eintrat. Während das Bewusstsein ungetrübt ist, vermag der Kranke nicht einen einzigen Ton hervorzubringen. Noch interessanter sind andere Fälle. Bei innern Gehirnblutungen, bei Erweichungen einzelner Gehirntheile ist Sprachlosigkeit die einzige krankhafte Erscheinung. Jedem beschäftigten Arzte sind ohne Zweifel Fälle vorgekommen, ähnlich dem folgenden: Ein alter Mann fällt bewusstlos um, alle Erscheinungen der Apoplexie sind vorhanden; man wendet die gewöhnlichen Mittel an, der Kranke erwacht, alle seine Bewegungen stellen sich her, er kann Arme und Beine bewegen, aber die Sprache ist spurlos dahin, er giebt seine Wünsche durch Gestikulationen kund.

Ich finde die auffallende Erscheinung, dass sowohl bei Verletzungen als bei den aus innern Ursachen entstandenen Krankheiten des Gehirns leichter Störungen der Stimme und Stimmlosigkeit eintreten, wenn die linke, als wenn die rechte Seite des Gehirns, die kranke ist.

In 15 Fällen von Aphonie bei Gehirnleiden, die Morgagni anführt (LI, 2, 11, 12, 27, 42, 44, 45, 50, 53, 59. LII, 25, 28, 34, 35. LIII, 7.) findet sich nur bei einem (LII, 34.) eine Verletzung rechts. In allen übrigen in den genannten Briefen aufgeführten Verletzungen der rechten Seite ist von keiner Störung der Stimme die Rede.

Aus andern Schriften, z. B. von Parent-Duchatelet, Rostan, Lallemand, Andral u. A. habe ich noch 61 Fälle gesammelt, in welchen Störungen der Sprache

vorkommen; unter diesen 61 Fällen wurden 40 Mal Störungen der linken, 21 Mal der rechten Hirntheile nach dem Tode angetroffen. Ich gehe hier die einzelnen Fälle nicht kritisch durch und begnüge mich mit der summarischen Angabe, da es meine Absicht ist, die wichtigern hiehin gehörenden pathologischen Fälle nach Symptomengruppen später zusammen zu stellen, um auch auf diesem Wege der Erforschung der Gehirnfunction näher zu kommen.

Auffallend ist gewiss die oben erwähnte Bemerkung und nicht leicht zu erklären.

Es wurden Fälle beobachtet, in welchen nach einer mechanischen Verletzung an einem beschränkten Kopftheil ein Gehirnleiden sich ausbildete, das mit dem Tode endigte. Während des Lebens war Aphonie ein begleitendes Symptom. In der Leiche findet sich nur ein Theil der Hemisphäre, kein anderer Gehirntheil abnorm. Dies dient zum Beweise, dass Aphonie lediglich von den Hemisphären des grossen Gehirns ausgehen kann, wie jede andere Lähmung in den willkührlichen Muskeln.

Von andern Gehirntheilen waren es Vierhügel und kleines Gehirn, vorzugsweise jedoch Streifenhügel einer (dann gewöhnlich der linken) oder beider Seiten, deren Krankheiten Aphonie zur Folge hatten.

Wenn man bedenkt, wie die Bewegung der beiden Bänder zur Stimmerzeugung erforderlich, hingegen die Bewegung einer Zwerchfellshälfte viel leichter wegen des genauern Zusammenhangs die der andern nach sich zieht, (ganz abgesehen davon, dass stets bei Reizung eines *C. striatum* das ganze Zwerchfell sich contrahirte), so lässt sich erklären, weshalb bei Krankheiten eines gestreiften Körpers bei normalen Athmen doch die Stimme zu Grunde geht.

Bouillaud zog aus der Zusammenstellung vieler Beobachtungen den Schluss, dass der vordere Theil der Hemisphären in besonderer Beziehung zum Stimmorgan

stehe; — jedoch bestätigt sich, wie bereits Andral bemerkt, diese Annahme nicht durchgängig.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Verbindungsfasern vom grossen Gehirn theils durch gestreifte und Sehhügel, theils durch Vierhügel und kleines Gehirn streichen, und eine noch unbekannte Verbindung mit *Vagus* und *Accessorius* eingehen.

Bis jetzt ist es mir nicht gelungen, von irgend einer Stelle des grossen oder kleinen Gehirns den *Oesophagus* in Bewegung zu setzen, so oft auch die Versuche wiederholt wurden, welche ich in dieser Beziehung anstellte.

Der *Oesophagus* ist von allen unwillkührlich bewegten Theilen bis jetzt der einzige, dessen Communikation mit dem Gehirn noch nicht nachgewiesen ist. Doch ist wahrscheinlich, dass seine Nerven, wie die der übrigen unwillkührlichen Organe, sich bis dahin verbreiten.

§. 4.

Fernere Beobachtungen über den Einfluss des Centralnervensystems auf Bewegung des Darmkanals, der Harnwege und Geschlechtstheile.

Weitere Forschungen haben gezeigt, dass hinsichtlich der Kreuzung in den Nervenfasern für unwillkührliche Bewegungen mehr Unregelmässigkeit herrscht, als in denen für willkührliche.

Wahrscheinlich ist es, dass bei Säugethieren wenigstens die Nerven für keinen Körpertheil sich vollständig kreuzen, sondern eine Parthie an derselben Seite bis zu ihrem Ende vorläuft, wo sie ins Rückenmark oder Gehirn ein- oder austrat, wie es vom *N. opticus* deutlich ist. Ich sah bei Reizung einer Hälfte des verlängerten Markes deutlich Zuckungen in Muskeln beider Vorderarme, jedoch

in verschiedenen, entstehen, obwohl mehr Muskeln auf der gereizten als der entgegengesetzten zuckten, (was auch mit andern meiner Versuchen übereinstimmte).

Meistens entstand nach Reizung einer Hälfte des kleinen Gehirns Bewegung der entgegengesetzten Seite der Trompeten, Uterinhörner, Samenleiter und Hoden. Ich sah jedoch auch gleichseitige Wirkung. Bei einer alten Katze bewegte sich die linke Trompete nach Reizung der linken, rechte und linke nach Reizung der rechten Halbkugel des kleinen Gehirns mit einer Nadel, an deren Spitze etwas *Kali causticum* hing. Ganz oberflächlich war die Reizung auf beiden Seiten. Sonderbarer Weise war die auf der linken von geringerer Wirkung als der rechten. Ganz kurze Zeit nach vollzogener Reizung zog sich der oberste Trompetentheil aufwärts, d. h. gegen den Magen zu und wieder zurück, ohne peristaltische Bewegungen, ringförmige Einschnürungen oder Aufwulstungen zu machen. — Ich wiederholte noch einige Mal dieselbe Reizung und sah wiederholt denselben Erfolg.

Auch Valentin (l. c. p. 327.) sah Bewegungen der gleichen Seite, an welcher die Reizung vorgenommen wurde.

Ich erwähne hier Magendies Versuche an Fröschen, welche in der Paarung begriffen waren. So wenig heftige, Schmerz erregende Eindrücke in der Regel im Stande sind, das Männchen zu veranlassen, von der Umarmung seines Weibchens sich loszusagen, so brachte Wegnahme der Hirnlappen doch rasch diesen Erfolg. Der Versuch ist von grossem Interesse. Er beweist aber nicht gegen den Einfluss des kleinen Gehirns auf Geschlechtstheile. Mit dem grossen Gehirne schwinden die Triebe, die Lust zur Begattung. Was soll das Männchen veranlassen, das Weibchen festzuhalten, wenn der Begattungstrieb entwichen ist?

Die Bewegungen der Blase konnte ich auch bei wiederholten Versuchen von andern, als den im ersten Hefte genannten Hirntheilen, dem Uebergangspunkte der strickförmigen Körper zum kleinen Gehirn, bis jetzt nicht veranlassen. Zuweilen sah ich von der rechten Seite der Centralseite die linke Blasenhälfte, zuweilen beide sich bewegen.

Die Zusammenziehungen der Blase sind von der des Darms verschieden, mag man sie nach örtlichen oder centralen Reizungen beobachten. Während bei lebenden Thieren Reizung des Darms eine ringförmige Einschnürung mit zwei Seitenwülsten nach sich zieht, bei todten die bekannten peristaltischen Bewegungen; erfolgt in der Blase eine fast auf das ganze Organ sich erstreckende Contraction mit Runzeln und Falten. Die Blase sieht wie eine gefaltete Hemderkrause aus. Die Stelle der Reizung unterscheidet sich in Nichts von der Nachbarstelle; keine Einschnürung ist sichtlich. Man glaubt, eine Arterie gekneipt zu haben, so schnell erfolgt die Ausgleichung, so gross ist die Elastizität dieses Organes. — Wurden kaustische Substanzen bis zu der Stärke angewandt, dass ein weiss gebrannter Fleck sichtbar war, so entstand nichts desto weniger keine Einschnürung.

Nach Valentin entstehen durch Reizung der Tiefe der Vierhügel und der Haube ebenfalls Blasenbewegungen, was ich nicht sah. — Hingegen kann ich zum Theil den Ausspruch Valentins hinsichtlich der Mastdarmbewegung bestätigen. V. sah diese durch Reizung der Haube, der Hirnschenkel, der hinteren Portion des Grosshirnstamms, sowie der Vierhügel erfolgen. Ich sah durch Stechen der letztern mit einer in Salpetersäure getauchten Nadel ebenfalls dieselbe Wirkung, doch nicht so stark als vom kleinen Gehirn aus.

Endlich muss ich wiederholt bestätigen, dass durch Reizung des rechten *Thalamus* und Streifenkörpers leichter

Magen- und Darmbewegungen entstehen, als durch Reizung derselben Theile links.

Am Schlusse stehe noch die Bemerkung, dass ich bei einer todten Katze durch Reizung des *N. vagus* nach dem Aufhören der peristaltischen Bewegung sehr deutlich und wiederholt diese von Neuem entstehen sah, und zwar am ganzen Dünndarm, gar nicht am Dickdarm, wenig am Magen. Bei derselben Katze blieb Reizung des *N. sympathicus* am Halse in der Nähe und an dem *Ganglion cervicale supr.* ganz ohne Erfolg auf Darmbewegung.

§. 5.

Bewegung willkührlicher Muskeln in Folge von Zerstörungen gewisser Theile des grossen Gehirns.

Wenn man nach dem jetzigen Standpuncte der Wissenschaft schliessen darf, dass in einem Nerventheile, in welchem nach einer Reizung keine Zuckungen eintreten, die Bewegungsfasern fehlen, so kann man mit der grössten Bestimmtheit behaupten, dass nicht eine einzige Faser solcher Nerven, die zu willkührlichen Muskeln hingehen in den Hemisphären des grossen Gehirns verlaufe. Nicht ein einziger Beobachter sah Bewegung solcher Muskeln nach Reizung der genannten Centraltheile.

Dass aber ebendieselben dennoch irgend einen Einfluss auf die willkührlichen Muskeln und resp. deren Nerven üben müssen, erweist schon die lähmende Wirkung, welche in einigen Fällen zwar vorübergehend, in wenigen ohne Aenderung fortdauernd ist, doch niemals fehlt.

Noch andere Beobachtungen unterstützen die gleiche Annahme. Wir müssen sie prüfen. — Krankheiten der Hemisphären und deren Umhüllungen sind häufig von Krämpfen begleitet; alle andere Gehirntheile, das Rücken-

mark werden nicht selten durchaus gesund gefunden, — dennoch fehlen die Zuckungen nicht. Auch nicht Reize der Gefühlsnerven sind deren Veranlassungen, denn wir sehen, dass Kranke plötzlich davon befallen werden, ohne dass auch nur über Schmerz geklagt wird, dass sich nur ein Zeichen davon in den Gesichtszügen ausspricht.

Es giebt zwei Zeiten, in welchen Gehirnkrankheiten von Krämpfen begleitet sind. Manche Kranke, es sind vorzugsweise Kinder, werden gleich im ersten Anfange davon befallen. Die Convulsionen sind das erste Zeichen der Affection. Die Leidenden haben vorher wenig oder gar nicht geklagt und plötzlich tritt zum Schreck der Angehörigen die fürchterliche Erscheinung auf.

Bei andern Kranken, deren Gehirn affizirt ist, gehören Convulsionen dem späteren Stadium an. Jene lagen schon lange Zeit theilnahmlos da. Nichts konnte sie aus ihrer Ruhe wecken, sie waren in eine Schlafsucht gebannt. Ganz unerwartet verdrehen sich die Augen, die Gesichtsmuskeln sind verzerrt, die Beine ziehen sich auf und ab u. s. w.

Man hat Gelegenheit, zwei Leichen solcher Kranken zu öffnen, die beide an Krämpfen, der eine früh, der andre spät daran gelitten, — und in beiden Leichen findet man sehr oft dieselben Veränderungen. Die Hemisphären oder ihre Häute waren krank, alle übrigen Nachbartheile vollkommen normal.

Jeder erfahrne Arzt wird diesen Angaben ansehen, dass sie aus Naturbeobachtungen entlehnt, nicht erdichtete Bilder sind; jeder erfahrne Arzt hat Aehnliches gesehen. In hundert Schriften findet man Belege.

Die Krämpfe, welche schon im Anfang von Gehirnleiden eintreten, weiss ich auf physiologischem Wege noch nicht ganz genügend zu deuten. Man sieht bei Vivisectionen nichts Aehnliches. Reizung der *Dura mater*,

der *Arachnoidea*, des Gehirns bringt niemals solche Bewegungen hervor. Hingegen beobachtetete ich zuweilen Zuckungen durch Reizung der Häute des Rückenmarks, ohne dass dies beeinträchtigt wurde. Dieses scheinen aber Folgen von Schmerz zu sein.

Es wäre möglich, dass die Zuckungen, die namentlich bei Kindern häufig erfolgen, die ersten Aeusserungen des Schmerzes wären; es wäre nicht ohne Analogie, dass gerade Reizungen fibröser, sehniger Theile solche Folgen nach sich ziehen. Man führt Verletzungen derselben Theile als Ursachen des *Tetanus* an. Ich will nicht urtheilen, wieviel Wahres daran ist. Dass jedoch Wunden von Sehnen mit nicht geringem Schmerz verbunden sind, beweist die Durchschneidung der Achilles-Sehne. Namentlich bei Kindern, an denen ich diese Operation verrichtete, sah ich nicht selten viel lebhaftere Schmerzäusserungen, wenn die Sehne eingeschnitten wurde, als wenn das Messer in die Haut drang.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch die *trigeminus*-Zweige, welche der *dura mater* angehören, einen so hohen Grad von Empfindlichkeit durch die von stokkendem Blute angeschwollenen Gefässe erreichen, dass hiedurch rasch Krämpfe entstehen, bevor noch andere Zeichen des Schmerzes sich äussern. Zeichen heftigen Schmerzes bleiben bei diesem Leiden fast nie aus. Der den Aerzten wohlbekannte *cri hydrocephalique,* das plötzliche, durchdringende Schreien der Kinder, die am Gehirne kranken, ist keineswegs immer nur dem sogenannten *hydrocephalus* eigen, sondern findet sich oft genug da, wo nach dem Tode Nichts, als ein Leiden der Hirnhäute angetroffen wird.

Leichter möchte die Erklärung der convulsivischen Erscheinungen sein, welche im späteren Stadium von Gehirnkrankheiten auftreten. Sie sind oft, ja gewöhnlich von übler Bedeutung. Der Arzt fürchtet sie, und erschrickt,

wenn sein Kranker, der eine Zeit lang von Schlummersucht befallen war, nun diese unzweideutigen Zeichen erneuter Kraft wahrnehmen lässt. Wir werden sehen, dass diese Furcht wohlbegründet ist. Man glaube nicht, dass plötzlich eine Krankheit der *Medulla oblongata* oder *spinalis* der frühern sich hinzugesellt habe. Solch ein Glaube wird durch die Leichenöffnung widerlegt. Denn auch in solchen Fällen findet man trotz der sorgsamsten Untersuchung nur die Hemisphären erkrankt und alle anderen Theile gesund.

Analoge Fälle lassen sich durch das Experiment beobachten. Ich will drei Versuche, die hiehin gehören und am meisten Interesse bieten, erzählen.

1) Einer Katze von mittlerem Alter und Grösse wurde nach der oft angegebenen Methode die Schädeldecke entfernt und die *dura mater* von der linken nach der rechten Seite zurückgeschlagen, nachdem alle die nöthigen Vorsichtsmassregeln gegen Blutung ergriffen waren. Hierauf hielt ich die linke Hemisphäre mit einem dünnen Skalpellstiele von der rechten zurück und führte das Messer quer grade da ein, wo ich das *Corpus callosum* vor mir sah und schnitt die Gehirnmasse nach Aussen in dieser Höhe weg. Hierauf wurde ein Schnitt etwa in der Mitte zwischen dem Abgang des Riechnerven und der knöchernen Scheidewand zwischen grossem und kleinem Gehirn von der Höhe der linken Hemisphäre ebenfalls bis zum *Corpus callosum* geführt; und die Hälfte dieser Hemisphäre (von vorn nach hinten gerechnet) aus dem Schädel entfernt. Die Kopfwunde wurde hierauf nach gestillter Blutung, welche sich im Ganzen höchstens auf 1½ Unzen anschlagen liess, mit mehreren Knopfnähten verschlossen und das Thier losgelassen. — Gleich nach der Operation war die Katze sehr matt, zeigte äusserst geringe Reaction, man konnte sie vom Tische wegtragen, auf einen andern Ort hinlegen, sie blieb regungslos liegen, stand nicht auf

Im Liegen jedoch sah man schon die entschiedne Neigung des Kopfes nach der linken Seite hin. Einige Zeit nachher bewegte sie sich mit ihren linken Extremitäten, um sich aufzurichten, was auch geschah. Sie wankte in schwerfälligem ungewissem Gange voran und fiel oft auf ihre geschwächte, halb gelähmte Seite hin.

Als ich sie in einem Korbe auf ihre gesunde Seite legte, wendete sie sich sogleich um, um auf der halbgelähmten (rechten) zu liegen. Hier blieb sie eine ganze Zeit lang, mehrere Stunden hindurch ganz ruhig, dann aber suchte sie aus ihrem Korbe sich zu entfernen und machte mancherlei Bewegungen auf dem Boden. Sie scharrte mit ihren Füssen, vorzüglich den vordern, rutschte ein Stück weiter, zitterte zuweilen am ganzen Körper und bewegte besonders die Vorderextremitäten eine Zeit lang auf und ab, oder vielmehr vor und zurück; ungefähr so wie sie ein Mensch beim Schaben oder Reiben auf dem Reibeisen macht. Diese Bewegungen geschahen gleichzeitig oder abwechselnd mit beiden Vorderfüssen. — Nach einiger Zeit war das Thier hingegen wieder ganz ruhig. Ich legte es nun auch jetzt auf die gesunde (linke) Seite. Es blieb etwa drei Minuten so liegen, dann begann es zu zittern, machte ähnliche Bewegungen, wie die genannten und wandte sich auf die kranke Seite. Besonders auffallend war das leichte Aufschrecken der Katze; sobald ich nur etwas hart auftrat, machte sie dieselbe rasche Bewegung, welche wir so oft bei Kranken wahrnehmen, namentlich Kindern. Sie erhob den Kopf, als hätte sie ein leichter elektrischer Schlag getroffen. Blieb ich eine ganz kurze Zeit ruhig neben dem Thiere stehen, so war es wieder in seinen vorigen apathischen Zustand zurückgefallen; schlug ich dann mit einem Hammer an die Wand, im Nu erhob sich die Katze, zitterte, sah um sich und legte sich wieder hin.

Acht Stunden nach verrichteter Operation legte ich

wiederum die Katze auf die linke Seite. Sie blieb jetzt über fünf Minuten lang ruhig liegen, dann trat Zittern und Unruhe ein. Hiemit schien das Streben befriedigt. Doch dem war nicht so. Einige Minuten später nahm das Scharren, das Stossen mit den Beinen zu, alle Bewegungen wurden versucht, bis das sehr entkräftete Thier auf der andern Seite lag.

Nach 16 Stunden starb dasselbe, nachdem sich die oben erwähnten Bewegungen noch sehr oft wiederholt hatten. Die Leichenöffnung ergab, dass ausser den beabsichtigten Theilen der gestreifte Körper noch oberflächlich verwundet war. Ringsum war dieser Nerventheil etwas erweicht.

2) Einem Kaninchen wurde Schichte nach Schichte von dem rechten grossen Gehirn soweit abgetragen, dass das *Centrum semiovale* bloslag. Das Thier wurde am Leben gelassen. Nach einigen Stunden zeigte sich auch hier Zittern und Aufschrecken, keine Spur jedoch von diesen sonderbaren Bewegungen, von denen ich eben gesprochen habe. Nach dem Tode zeigte sich das *Corpus striatum* und der *Thalamus* durchaus unverletzt.

3) Bei einem Kaninchen wurde derselbe Versuch wie bei der Katze Nr. 1) gemacht. Zwei Drittheile der linken Hemisphäre bis zum *Corpus callosum* wurden gänzlich aus dem Schädel entfernt. Das Thier bewegte den Kopf stark nach hinten. Die Vorderbeine waren vorwärts ausgestreckt und zitterten. Bald jedoch hörte das Zittern, welches eben gleich stark in beiden vordern Extremitäten war, in der linken auf und dauerte nur in der rechten unaufhörlich fort. Es war auffallend stärker, wenn das Bein frei lag, als wenn es den Tisch zur Unterlage hatte. Auch bewegte sich das rechte Vorderbein scheinbar ganz willkührlich nach links hin. Hatte ich beide weit von einander entfernt, so waren sie doch schon nach kurzer Zeit wieder nahe an einander gerückt, vermittelst einer

langsamen Fortbewegung. Es wurde versucht, den Kopf nach vorn zu beugen. Im Anfange sträubte sich das Thier sehr dagegen; nach wiederholten Versuchen jedoch gab es nach, brachte den Kopf vor, aber zog die Beine zurück. Der ganze Vorderkörper war gestreckt, etwa so, als ob das Thier auf einen Gegenstand zuspringen wollte. Zum Beugen konnte man den Kopf nicht bringen.

Ich nahm hierauf alle vor dem Sehhügel der rechten Seite gelegenen Gehirntheile weg, der Schädel war bis dahin ganz entleert. Das Thier brachte den Kopf noch viel stärker nach hinten, als früher. War er ganz zurückgebogen, so sank er wieder etwas nach vorn, um von Neuem die Rückwärtsbewegung zu wiederholen, so dass ein beständiges Schwanken nach vorn und hinten beobachtet wurde. Das rechte (also kranke) Vorderbein war ausgestreckt, das linke zurückgezogen.

Man konnte viel eher sagen, dass das Gleichgewicht bei diesem Thiere zwischen beiden Seiten und zwischen vorn und hinten aufgehoben schien, als dass die im verstümmelten Hirn entgegengesetzte Körperseite auffallend gelähmt gewesen wäre oder eine Neigung umzufallen sich gezeigt hätte. Der Körper war allerdings nach der gesunden Seite geneigt, aber bei weitem nicht so frappant war diese Erscheinung, wie man sie oft bei anderen Thieren zu beobachten Gelegenheit hat. Es schien fast, als ob der Kopf mit den Vorderbeinen eine Balancirstange bildete. War jener vorn, so wurden diese nach hinten gebracht, waren diese vorn, wurde jener zurückgelegt. Etwas Aehnliches zeigte sich zwischen Rechts und Links. Das rechte Vorderbein lag ausgestreckt, das linke zurückgebeugt; hatte ich das linke zu strecken versucht, so war sogleich wieder die Beugung eingetreten, als ich meine Hand entfernt hatte.

Jetzt traten auch dieselben eigenthümlichen Bewegungen der Vorderbeine ein, die ich bei der Katze be-

schrieben habe, — gerade als ob ein Bein an dem andern schabe. Ich konnte diese Bewegungen hervorrufen und verstärken, wenn ich das Thier auf die gesunde Seite, sie verhindern und aufheben, wenn ich es auf die kranke (rechte) Seite legte.

Als ich endlich die ganze Hälfte des grossen Gehirns fortgenommen hatte, so dass der halbe Schädel eine leere Höhle darstellte, nahmen jene Bewegungen bedeutend zu. Das Thier fiel beständig nach links um, war auf der rechten vollständig gelähmt. Auch bei diesem wurde das Aufschrecken auf eine sehr eklatante Weise beobachtet.

Ich kann diesen Beobachtungen noch andere zur Seite stellen, welche zu einem gleichen Resultate führen, dass nämlich:
nach Wegnahme (Zerstörung) einer oder beider Hemisphären leicht krampfhafte Erscheinungen, Zittern, heftiges Aufschrecken nach geringen Veranlassungen entstehen, während Reizung derselben Theile niemals Zuckung eines willkührlichen Muskels veranlasst.

Irre ich nicht, so verdient das Aufschrecken, welches vor Eintritt des Schlafes eine so gemeine Erscheinung ist, ganz hier angereiht zu werden. Im Schlafe ist die Thätigkeit des Gehirns geringer geworden, gleichviel ob aus Mangel an Vorstellungen oder wegen Trägheit der Sinnesorgane. — Kann aber die Wegnahme des vierten Theils der Hemisphären bei einem Thiere (Katze) dies Phänomen erzeugen, so darf es nicht wundern, dass das in seiner Energie herabgesunkene Gehirn dieselben Folgen nach sich zieht.

Die Entstehung dieser Krämpfe zu ermitteln, unterliegt, wie mir scheint, keinen Schwierigkeiten und es finden sich hiezu viele Analoga. Nach Einwirkungen auf Gefühlsnerven entstehen, wie bekannt, leichte Bewe-

gungen bei enthaupteten Thieren, ebenso in Theilen, welche vom Gehirn aus gelähmt sind. Die Uebertragung scheint besser vor sich gehen zu können, wenn nicht erst die Empfindungen durch das Gehirn vorgestellt werden. Kurz die Krämpfe bei Gehirnleiden, welche in den späteren Stadien entstehen, sind den sogenannten Reflexbewegungen beizuzählen; sie deuten darauf hin, dass die Energie des Gehirns schon auf ein *Minimum* herabgesunken ist, dass es beinahe aufgehört hat, zu fungiren. Man befürchtet sie daher nicht mit Unrecht; sie sind gewöhnlich ein Vorbote des Todes.

Wenn ich das zusammenstelle, was mich meine Versuche in Bezug auf Wegnahme tieferer Theile des grossen Gehirns gelehrt haben, so finde ich, dass Bewegungen nach Verletzungen der unter den Hemisphären gelegenen Organe noch häufiger vorkommen und dass sie ungleich öfter als die eben erwähnten den Schein haben, als seien sie unwillkührlich. Es sind zusammenhängende, geordnete Bewegungen, denen man nur den Mangel an Willkühr dadurch ansieht, dass sie so ganz zwecklos geschehen, sich so oft wiederholen.

Die eigenthümlichen Bewegungen, welche im Versuche 1) und 3) erwähnt wurden, hingen ohne Zweifel von der Verletzung des Streifenhügels ab.

Man findet in Gehirnkrankheiten ähnliche solcher Bewegungen. In der That sind es am häufigsten Krankheiten der Seitenventrikel, der gestreiften Körper oder Sehhügel.

Ich lese einen Fall bei Andral (l. c. p. 83.), der mir besonders bemerkenswerth erscheint. Die einzige Abnormität, welche sich in dem übrigens ganz gesunden Gehirne zeigt, ist eine grosse Menge milchicher, flockenreicher Flüssigkeit in beiden Ventrikeln; an den Wandungen adhärirte eine dichte stark injicirte Membran. — Der Kranke wurde 13 Tage beobachtet. Seine Theilnahmlosigkeit

war extrem, er schien in tiefe Trauer versenkt, gab ungern Antwort. — Nach sechs Tagen tritt eine grosse Unruhe ein, der Kranke ist nur durch die Zwangsjacke zu bändigen, sein Kopf wendet sich nach hinten, kann nicht vorgebeugt werden. *(La tête légèrement renversée en arrière et opposant une résistance qu'on ne pouvait vaincre, lorsqu'on essayait de l'incliner un peu sur le cou, en la ramenant en avant.)* Der Aufregung folgt Abspannung, nach wenigen Tagen wiederholen sich die früheren Symptome. Zugleich noch eine andere Erscheinung; *le malade est occupé continuellement à frotter ses mains l'une contre l'autre.* — Bald zieht sich der Kopf stärker nach hinten, wiegt sich am Todestag unaufhörlich von rechts nach links, von links nach rechts.

Ist es nicht frappant, wie die Phänomene, die durch Druck eines krankhaft angesammelten Wassers auf die in den Seitenventrikeln gelegenen Organe bei einem Menschen entstehen und die, welche man durch Wegnahme oder Verletzung dieser Theile bei Thieren sich künstlich erzeugt, so ganz ähnlich sind? Ist das nicht ein Experiment, welches uns die Natur an einem Menschen ausgeführt hat?

In vielen andern Fällen ist die Aehnlichkeit allerdings weniger deutlich; es ergiebt sich bei gleichem Befund in der Leiche eine nicht unbedeutende Verschiedenheit in den Erscheinungen während des Lebens und darum hört man die besten Schriftsteller über die Unsicherheit, Ungleichheit der Symptome klagen.

Man könnte zu demselben Ausspruche auch bei Thierversuchen sich veranlasst fühlen. Denn man beobachtet in der That mancherlei Abweichungen; zumal der, welcher weniger Versuche gemacht hat. Doch das einmal Gesehene findet sich leichter wieder. Sind nur dem Beobachter erst alle Erscheinungen bekannt geworden, dann gewahrt er auch die leisen Spuren. In dem einen

Falle spricht sich ein Symptom in der grössten Extensität aus, was in dem andern nur angedeutet ist, — obgleich die organische Veränderung, die Verletzung, die Zerstörung, der Druck in beiden Fällen gleich sind. Hievon überzeugt man sich ebensowohl in Experimenten an Thieren als in Krankheiten von Menschen. Es ist ein Unterschied, der seine Begründung in der Individualität hat. Die Natur strebt nach Mannigfaltigkeit, aber Alles ist Regel, sie kennt keine Ausnahmen; in allen ihren Spielen ist Gesetz und Ordnung. Die Entwickelung ist allseitig. Da wo der Typus feststeht, in einzelnen Species, schliesst sich eine vielgliedrige Kette aus zunehmenden Ringen, die sich doch gegenseitig zu einer ideellen Einheit ergänzen. Daher giebt es individuelle Verschiedenheit.

Bei Kindern spricht diese sich weniger aus. Das individuell Charakteristische ist nur so zu sagen in der Anlage vorgebildet; die ausgeprägten Formen sind fortgeschrittener Organisation eigen. Daher ist auch das Bild des Leidens, welches durch Druck auf die Gehirntheile, die in der vierten Hirnhöhle liegen, entsteht bei Kindern viel gleichbleibender. Namentlich wird Niemand die Aehnlichkeit der Erscheinungen verkennen, welche sich im weitern Krankheitsstadium zeigen, in dem eine grössere Wassermenge ergossen ist, also ein beträchtlicher Druck geübt wird, und derer, welche durch Wegnahme oder stärkere Verletzung der gestreiften Körper bei Thieren entstehen. Der Gegenstand ist von zu hohem Interesse, als dass ich mir in einigen Puncten einen kurzen Vergleich versagen möchte. Die Kinder bohren mit dem Kopf ins Kissen, sie haben eine nicht zu läugnende Tendenz den Kopf nach hinten zu bringen; denn das allein ist die Bedeutung dieses sonderbaren Phänomens. Sahen wir nicht dasselbe bei dem Kaninchen, dem der Streifenhügel genommen war? Nicht selten haben ferner die Hydrocephalischen den Kopf nach der andern Seite, als derjenigen, wohin die Beine

liegen. Sicher nur deshalb, weil auf der einen Seite, wohin eben der Kopf gerichtet, mehr Wasser ergossen, ein stärkerer Druck vorhanden ist. Wir sehen dieselbe Erscheinung aufs aller Bestimmteste bei Thieren wieder.

Die Händchen liegen sehr häufig längs dem Leibe herabgestreckt, oft so, dass sie die Geschlechtstheile berühren. Es sind nicht diese, zu denen sie ihre Hände bringen wollen; — keineswegs. Man betrachte nur diese Lage bei vielen Kindern, man wird sich überzeugen, dass sie höchst selten an die Genitalien selbst kommen, sie bleiben in ihrer Nähe liegen; — wie ich oft genug selbst beobachtet habe. Es ist gar keine andere Erscheinung, als die wir bei dem Kaninchen (Nr. 3) sahen. Es streckte die eine Vorderextremität aus. So strecken auch die Kinder den einen oder beide Arme gegen den Leib hin. Auch bei ihnen haben die *Corp. striata* ihre Kraft verloren, sind zum Theil todt. — Wenn wir ferner sehen, wie die kleinen Leidenden so oft das eine oder die beiden Beine immerfort beugen und strecken und dadurch die Bettdecken von sich stossen, sollen wir nicht an die seltsamen Bewegungen denken, welche wir oben bei Thieren beschrieben haben, denen die *Corp. striata* verletzt waren? Können wir die Bewegung der Lippen, welche vornehmlich bei ältern Kranken angetroffen wird und der beim Tabacksrauchen gleicht, nicht in dieselbe Kategorie stellen? Ohne Zweifel.

Das eigenthümliche Streben nach vorn, welches wir in den Vorderextremitäten beobachtet haben bei Thieren, denen der Streifenhügel einer Seite verletzt oder gar weggenommen war und wofür eine analoge Erscheinung sich in Krankheiten bei Menschen kund thut, wird am deutlichsten, wenn beide Streifenhügel entfernt werden. Magendie hat wiederholt diesen Versuch angestellt. Zuletzt wurde er mitgetheilt in seinen Vorlesungen über das Nervensystem; übers. v. Krupp. Leipz. 1841.

p. 162 u. 182. Das so operirte Thier läuft, wie durch einen unwiderstehlichen Instinct getrieben nach vorn. Es schiesst wie ein Pfeil fort. Ich habe dasselbe gesehen.

Bei einem weissen Kaninchen sah ich sogar nach Wegnahme eines Streifenhügels dasselbe Phänomen nur wenig modificirt. Das Thier sass auf einem Tische, geduldig ertrug es die Abtragung der ganzen rechten Hemisphäre; selbst die äusssere Seite des *Corp. striatum* wurde weggenommen, ohne dass Reaction eintrat, als ich aber den übrigen Theil dieses Organs entfernt hatte, wurde es unaufhaltsam fortgetrieben, es fiel oder sprang vom Tische und bewegte sich nun erst ein Stück vorwärts, dann im Kreise nach rechts mit solchem Ungestüm, dass es Alles umwarf, was ihm im Wege stand. Ich staunte über die Kraft des Thieres nach solch grosser Verstümmlung.

Diese Beobachtung habe ich bei andern Kaninchen nicht mehr in der Art machen können.

Die seltsame Erscheinung, der wir bis jetzt unsere Aufmerksamkeit zugewendet haben, — dass ein Thier plötzlich nach Beraubung eines Hirntheils von unsichtbarer Macht getrieben nach vorn strebt, — kann, wenn ich nicht irre, nur einen zwiefachen Ursprung nehmen; wenn man nach den bis jetzt bekannten Erfahrungen urtheilt. Entweder nämlich finden die Nervenfasern, welche den Vorderkörper, namentlich aber die vordern (obern) Extremitäten beherrschen, in dem gestreiften Körper ihr kleines Gehirn, d. h. die freie Bewegungskraft dieser Nervenfasern hat ihren Gegensatz, ihre Hemmung in dem genannten Hirntheil. Oder es besteht zwischen Vorder- und Hinterkörper ein Antagonismus, welcher in der Art zu wirken aufhört, dass der Hinterkörper seine Fähigkeit zur Bewegung verliert, der Vorderkörper um so mächtiger wird. Wie also in den Hemisphären der zweiseitige Gegensatz hervortritt, so hier der nach der Länge des

Körpers. Auch bei Unterdrückung der Hemisphären-Thätigkeit einer Seite treten Bewegungsverstärkungen in der nicht affizirten Hälfte ein, — freilich nicht in dem Grade, wie das bei Thieren durch Wegnahme der Streifenhügel erfolgt. Das wäre jedoch minder wesentlich.

Foville und Serres glauben aus einer Zusammenstellung von Krankheitsfällen die Schlussfolge ziehen zu können, dass Lähmung der untern Extremitäten häufiger bei Leiden der Streifenhügel und der andern Hirnlappen; Lähmung der obern hingegen häufiger bei Leiden der Sehhügel und der hintern Hirnlappen beobachtet werden. Auch Bright sagt: *I likewise find by examining the above cases since they were printed off, that a few of them assist in substantiating the remarks of Serres and Foville.*

Burdach hingegen findet durchaus nicht dasselbe Resultat und hält die Schlüsse von Foville und Serres für voreilig und falsch. Auch aus den von Bright angegebenen Fällen scheint dessen Zustimmung nicht begründet. (vgl. Bright l. c. II. 1, p. 330. — Burdach vom Baue und Leben des Gehirns. III. p. 461.). Somit kann aus pathologischen Thatsachen, welche übrigens später einer besondern Beurtheilung unterliegen sollen, noch kein Grund für die grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit einer der beiden oben aufgestellten Ansichten hergenommen werden.

Doch das verdient noch Erwähnung, dass eine deutliche Lähmung der hintern Extremitäten nach Wegnahme der Streifenhügel keineswegs erscheint.

Welches nun die wahrhafte Bedeutung dieser Hirntheile für die Bewegungsfasern sei, ist bis jetzt noch nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Weitere Forschungen sind erforderlich. — Ich habe mich mit der Darstellung der Thatsachen begnügt und mich von Vermuthungen fern gehalten, die dem Fortschreiten in einer so wichtigen

Sache nicht nützlich sind, so viel Interesse und Reiz es auch für den Beobachter hat, die gesammelten Thatsachen sofort unter gewisse Gesetze zu bringen.

Ueber den Einfluss des Central-Nervensystems auf Gefühl und Empfindung.

§. 6.

Die vom Nervensystem abhängigen Erscheinungen, welche wir bisher betrachteten, waren objectiv. Eine Bewegung lässt sich sinnlich wahrnehmen. Dadurch, dass das Verhältniss zwischen dem Raume, den ein Gegenstand einnimmt, und ihm selbst verändert wird, entstehen zwei verschiedene Bilder auf unserer *Retina.* Ausser dem Zustande in dem Objecte, das wir betrachten, ist auch ein Zustand in uns selbst vorgegangen.

Aus Versuchen an Thieren können wir, was die Bewegung betrifft, mit ziemlich grosser Bestimmtheit auf ähnliche Vorgänge beim Menschen schliessen.

Anders verhält es sich hinsichtlich der Nervenverrichtung, die wir »Empfindung« und »Gefühl« nennen. Sie soll der Gegenstand der folgenden Untersuchung werden.

In der engsten Bedeutung ist Beides rein subjectiv; was dabei objectiv ist, die Bewegungen, ist Folgeerscheinung.

Nur jedes Individuum weiss von sich, dass es fühlt. Niemand ist im Stande, das Gefühl eines andern auf irgend eine Weise zu erklären, zu beschreiben. Niemand kann sagen, was in dem Augenblicke, in dem er empfindet, in ihm vorgeht. Es geschieht nichts dabei, was sinnlich wahrzunehmen sei und doch ist die Anschauung, die wir allein mittelst unserer Sinne erlangen, das einzige Mittel, durch welche wir irgend eine Erkenntniss erhalten.

Auf dem Gebiete der Empfindung bildet jeder Mensch seine abgeschlossne, innerste, jedem andern Wesen durchaus unzugängliche Welt.

Nur annäherungsweise vermag er sich über die Empfindung auszudrücken, indem er sie durch die Ursache, welche sie hervorruft, zu bezeichnen sucht und voraussetzt, dass dieselbe Ursache dieselbe Wirkung auch bei andern Menschen haben müsse, da die Organisation eine so grosse Gleichheit darbietet. Der Austausch geschieht so zu sagen mit fingirten Münzen.

In der That aber ist es durchaus unmöglich, dass ein Mensch den andern kennen lernt. Denn aus Empfindungen bilden sich Vorstellungen und diese geben als solche und wenn sie sich zu Begriffen gestalten, jeder Lebenshandlung, von der entscheidendsten bis zur alltäglichsten, Gepräge, Sinn und Character. Der offenste, wahrheitliebendste Mensch ist verschlossen und wer sich selbst zu beobachten versteht, sieht bald ein, dass es Niemanden in der Welt geben könne, dem er sich ganz und gar offenbaren und klar machen kann.

Wenn es nun fast unmöglich ist, mit andern Menschen sich über Empfindung und Gefühl zu verständigen, wie viel schwerer wird das Urtheil, welches wir aus Versuchen an Thieren ziehen?

Die höhere Ausbildung des Geistes, die Möglichkeit, Begriffe zu bilden, hat den Menschen schon seit undenklichen Zeiten dahin geführt, gewisse Bewegungen zu machen, die ihm als Bezeichnungen für seine Begriffe gelten und wodurch er Eindrücke auf Gesichts- und Gehörs-Sinn Anderer hervorbringt. Das Mienenspiel und die Ventilationen der leicht beweglichen Stimmbänder hat er benutzt, seinen Begriffen eine weitere Verbreitung zu schaffen, ja er hat es sogar durch verschiedene Bewegungen der leicht sich schmiegenden Hand, die ihm Werk-

zeug und Träger mannigfacher Kunstgriffe geworden, dahin gebracht, auch für das Gesicht eine Sprache zu schaffen.

So ward dem Menschen das an sich Unzugängliche zuletzt mehr und mehr zugänglich. Wie verhält es sich aber bei Thieren, denen Selbstbewusstsein abgeht, die keine Begriffe bilden, keine Sprache haben, keine Schrift kennen? Haben sie Gefühl in ähnlicher Weise, wie der Mensch? Stehen uns Mittel zu Gebote, um uns von dem Gefühle der Thiere zu überzeugen?

Wenn gewisse Eindrücke, die wir schmerzerregende nennen, an unsern Körper gebracht werden, so zieht sich der betroffene Theil zurück, er und andere zittern, zucken vielleicht, die Gesichtszüge werden verzogen, Stimmbänder, Thränengänge, Herz bewegen sich mehr, es entsteht Schreien, Weinen, Herzklopfen u. s. w. — kurz Bewegungen aller Art werden sichtbar. Aber ausserdem geht noch etwas Anderes in unserem Innern vor; wir wissen, dass wir verletzt sind, es ist Etwas in uns, was uns sagt, dass die Lebenserhaltung gefährdet ist. Jedermann weiss, dass dem so ist; Niemand hat eine Vorstellung davon; Nichts giebt sich davon den Sinnen Andrer kund. Aber wir können wenigstens sagen, dass ausser den oben genannten Bewegungen noch etwas Anderes in uns existirt. Das Thier kann dies nicht. Wer kann uns beweisen, dass dieses Etwas in uns, dass das, was wir Gefühl nennen, was uns so ganz eigen ist, dass es von Niemanden als jedem einzelnen Individuum erkannt und erfasst werden kann, überhaupt in dem Thier existirt? Wer berechtigt uns, aus allen den Erscheinungen, welche neben dem eigentlichen Gefühle in uns vorkommen, zu schliessen, dass, weil sie eine gewöhnliche Wirkung und Folge desselben sind, auch ganz unzertrennlich davon, ganz nothwendig damit verbunden sein müssten? Man kann es vermuthen, man kann es für wahrscheinlich hal-

ten, die Annahme kann unserm eignen Gefühle schmeichelnd zusagen, aber beweisen kann man sie nicht. *)

Zudem können Gefühl ohne Bewegungen, Bewegungen ohne Gefühl in uns entstehen.

Wir können Schmerz fühlen und doch jede Spur von Bewegung vermeiden, indem wir durch gewisse Vorstellungen sie aufheben. Es ist in solchem Falle zwar wahr und richtig, dass die Intention zu Bewegungen meistens wirklich vorhanden ist und nur durch eine andre in uns liegende Kraft hintertrieben wird. Es wird nämlich eine Reihe von Vorstellungen gebildet, in Folge welcher wir Bewegungen eintreten lassen, durch welche jene unwillkührlichen aufgehoben werden. Indem wir z. B. in dem Momente, in welchem ein schmerzerregender Eindruck auf den Arm einwirkt und unwillkührlich die Bewegung des Zurückziehens des Arms zur Folge haben würde, diese entstehende Bewegung in uns fühlen, sind wir bei einer unbeschränkten Wahl unserer Vorstellungen auch sogleich im Stande, eine Bewegung zu intendiren, wodurch der Arm von dem Leibe nicht entfernt wird. Die beiden Bestrebungen heben sich entweder gegenseitig gleichmässig auf, oder eine waltet über die andere vor. War z. B. die Intention zu willkührlichen Vorstellungen zu stark angesprochen worden, so zeigen sich sogar willkührliche Bewegungen, die in anderem gerade entgegen gesetzten Sinne hervortreten müssen, als die un-

---

*) Ich spreche hier ganz als Naturforscher, der in allen seinen Untersuchungen auf strengen Beweis dringen muss, der Nichts für wahr hält, was sich nicht durch Vernunft und Erfahrung darthun lässt. Ich bin weit entfernt, unnütze Thierquälerei als eine gleichgültige Sache zu betrachten. Ich will in der That damit nicht sagen, dass ich theilnahmlos, ohne Gefühl den Bewegungen zugesehen, welche durch schmerzerregende Eindrücke bei einem Thiere hervorgerufen wurden. Ich müsste sonst dem widersprechen, was ich so oft selbst bei meinen Versuchen gefühlt habe und wodurch ich nicht selten Wochen, ja Monate lang abgehalten wurde, weiter zu experimentiren.

willkührlich hätte folgen sollen. So kommt es, um bei obigem Beispiele stehen zu bleiben, vor, dass der Arm nicht vom Leibe entfernt wird und resp. dem schädlichen Einflusse ausweicht, sondern sich enger an den Leib drängt. Zuweilen kommen willkührliche Mitbewegungen, wozu gewöhnlich motorische Fasern des *N. trigeminus* benutzt werden. Die Zähne werden auf einander gebissen, der Mund eng verschlossen u. s. w.

Wir sehen aus dem Erwähnten jedenfalls, dass die Bewegungen ausbleiben können, mögen sie nun unterdrückt werden, durch welche Ursache es auch sei. Immer ist das gewiss, dass das Gefühl deshalb nicht weniger lebhaft besteht.

Umgekehrt weiss man auch wieder, dass Schlafende einem schmerzerregenden Eindrucke nicht nur ausweichen, dass sie ihre Lage verändern, sondern sie können sogar weinen, laute Töne ausschreien u. s. w. und doch haben sie den Schmerz nicht wahrhaft gefühlt, weil eben im Schlafe das fehlt, was menschliches Gefühl einzig und allein bedingt, das klare Bewusstsein.

Ich will nicht darüber rechten, ob nicht im Schlafe oder bei Thieren (— sicher stehen deren Seelenzustände unserm Schlafe nicht fern, — vgl. Scheitlin Versuch einer vollständigen Thierseelenkunde. Stuttg. und Tüb. 1840. B. 1.) ein Zustand des Nerven- und vorzugsweise des Gehirnlebens bestehen kann, der sich dem menschlichen Gefühle nähert; ich will nicht darüber rechten, ob nicht das schon so sehr freie Selbstbewusstsein, wie es sich im Menschen äussert, auch allmählich, nicht plötzlich, also auch schon in der Thierreihe sich von der bindenden thierischen Nothwendigkeit, welche eine innere Anschauung des eigenen Selbst nicht zulässt, losreisst; — aber ein Gefühl von der Art, wie es in dem Menschen existirt, kann man bei dem Thiere nicht statuiren.

Wenn wir daher in unserer Untersuchung auf dem Wege reiner Forschung und Beobachtung fortschreiten wollen, so ist vor Allem erforderlich, das Gefühl im engern Sinne von der Gefühls-Reaction zu trennen und wir werden in der Folge dieser beiden Bezeichnungen uns bedienen.

Das Gefühl im engern Sinne geht vom Bewusstsein aus, es lässt sich nur bei dem Menschen studiren; die Gefühlsreaction hingegen lässt sich bei dem Menschen und den Thieren untersuchen.

Man unterscheidet zwischen Gefühl und Empfindung. Gefühl nennt man diejenige Fähigkeit des Subjects, wodurch dasselbe solcher Wirkungen von Vorstellungen empfänglich wird, die blos subjectiv sind und gar kein Erkenntnissstück des Gegenstandes werden können. (Kant.) Dasjenige, was wir durch das Gefühl erhalten, trägt also Nichts von dem in sich, was dem äussern Eindruck angehört, welcher die Ursache des Gefühls war; es ist vielmehr etwas durchaus Innerliches. Wenn ich sage: ich fühle Schmerz, so ist durch diesen Satz Etwas ausgedrückt, was mich angeht; von einem Verhältnisse, einer Beziehung zwischen mir und einem andern Objecte, z. B. dem, welches den Schmerz veranlasste, ist in diesem Ausspruche keine Rede.

Durch die Empfindung hingegen lernen wir den Inhalt einer Vorstellung, die Veranlassung kennen, welche bewirkt, dass wir in einer gewissen Zeit eine Vorstellung haben. Wenn wir die Farbe: Roth sehen, so ist dies eine Empfindung. Der rothgefärbte Gegenstand ist Ursache, dass in unserm *N. opticus* eine gewisse Veränderung eintritt. Der Zustand, in welchem wir uns während des Sehens befinden, lässt sich auf die Veranlassung, die ihn hervorbrachte, beziehen und durch diese Beziehung

wird er uns zu eigen gemacht. Unsere Erkenntniss wird durch das Object vermehrt, was beim Gefühle nicht der Fall ist. — Auch dann, wenn wir uns einen Gegenstand durch das Erinnerungsvermögen vorstellen, ohne dass er vor unsern Sinnen ist, findet dieselbe Beziehung der Vorstellungen auf das Object statt, da es als Regel anzunehmen ist, dass sich kein Gegenstand in der Seele reproducirt, der nicht bereits durch die Sinne vorher zur Anschauung gelangt war. (s. das Weitere u.)

Auf den ersten Blick scheint also ein bedeutender Unterschied zwischen Gefühl und Empfindung obzuwalten. Bei genauerer Prüfung hingegen erweist sich derselbe durchaus nicht als wesentlicher.

In demselben Verhältnisse, in welchem wir Schmerz oder Lust fühlen, nimmt die Empfindung ab. Das einfachste Beispiel kann dies nachweisen. Bringen wir unsere Finger in eine mässige Entfernung von einem glühend heissen Ofen, so haben wir die sehr bekannte Empfindung der Wärme. Es hält uns bei einiger Uebung nicht schwer, ungefähr den Grad der Wärme zu bestimmen. So genau werden wir uns der eigenthümlichen Modification, die in den Gefühlsnerven einer Hautstelle entsteht, bewusst. Dabei fühlen wir aber weder Lust noch Unlust. — Bringen wir hingegen unsere Finger dem Ofen ganz nahe, so entsteht eine Verbrennung; wir fühlen den Schmerz, ohne im Stande zu sein, den Grad der Temperatur nur ungefähr zu schätzen. — Eben so wenig können wir den Grad der Schärfe eines Messers beurtheilen, indem wir uns eine Schnittwunde beibringen. — Immer hebt Schmerzgefühl die Empfindungsfähigkeit auf. Ebenso das Gefühl von Wollust.

Man kann nun mit Bestimmtheit behaupten, dass ein Nerv, welcher empfindet oder fühlt, nicht mehr genau derselbe sein kann, als damals, wo er nicht zur Empfindung diente. Es muss nothwendig eine Veränderung in

einem solchen Nerven vorgehen, obwohl wir nicht im Stande sind, diese Veränderung sinnlich wahrzunehmen. — Wenn man einen wesentlichen Unterschied zwischen Gefühl und Empfindung statuiren will, so müsste die Veränderung der Nerven, wenn wir fühlen, nicht der gleich sein, wenn wir empfinden. Es ist aber nicht wohl zu glauben, dass bei dem völligen Gleichbleiben der äussern Einflüsse die Einwirkung einen andern, als quantitativen Unterschied bedinge. Wenn wir z. B. irgend einen Theil einem hohen Wärmegrade aussetzen und wir fühlen schon eine leise Spur von Schmerz, empfinden aber noch gleichzeitig, wenn auch in geringerem Grade die Wärme, so ist es unmöglich zu denken, dass bei einem noch etwas höhern Wärmegrad, wodurch der Schmerz sich mehr steigert und die Empfindung mehr sinkt, nun in den Nerven ein durchaus verschiedener Zustand obwalten soll. Vielmehr ist unzweifelhaft, dass auch in dem Zustande der Nerven nur ein quantitativer Unterschied besteht.

Aus dem eben Erörterten können wir mithin einen doppelten Schluss ziehen:

1) Gefühl und Empfindung werden nicht durch qualitativ, sondern nur quantitativ verschiedene Zustände der Nerven veranlasst.

2) Es muss gewisse Gränzen in den möglichen Nervenveränderungen geben, innerhalb welcher blos Empfindung besteht, jenseits derselben hört die Erkenntniss der äussern Gegenstände durch die Nerven auf und dann ruft der eingetretene Zustand Gefühl hervor. — Man weiss z. B., dass ein zu intensives Licht das Sehen nicht fördert, vielmehr ein Schliessen, Abwenden der Augen mit dem Gefühle höchster Unlust zur Folge hat. Nur für ein besimmtes Lichtmaass ist die *Retina* empfänglich; wird ihr zu wenig oder zu viel dargeboten, so wird sie

nicht befriedigt, es entstehen Gefühle der Unlust, die mit dem Namen Lichthunger und Lichtscheu belegt werden.

Man kann also sagen, dass die Zustände der Gefühlsnerven ihrer Extensität nach ihre bestimmten Gränzen haben, innerhalb welcher allein sie im Stande sind, ihre Functionen, denen sie vorstehen sollen, auszuführen, oder wie man sich ebenfalls auszudrücken pflegt, erregt zu werden. Man spricht von einem Mangel an Erregung, wenn im Verhältniss zur individueller Erregbarkeit die äussere Einwirkung, als Ursache der Empfindung, zu gering war; man nennt Reiz einen die Gränzen der Erregung überschreitenden Einfluss. Dass die Extensität der Erregbarkeit bei Individuen, Geschlechtern, nach Alter, Lebensart, durch Gewohnheit etc. sehr abweicht, ist eine zu bekannte und zu oft erwähnte Sache, als dass ich nicht fürchten müsste, durch solche Wiederholung die Geduld des Lesers auf die Probe zu stellen.

Aber nicht nur der Extensität, sondern auch der Intensität nach ist die Erregbarkeit der Gefühlsnerven auf gewisse vorgeschriebene Normen hingewiesen, die ein Eigenleben der einzelnen Nerven bedingen. — Unläugbar besteht ein bestimmtes Verhältniss zwischen Gefühlsnerven und einzelnen Eigenschaften der Aussenwelt.

In der ganzen Natur herrschen Gesetze der Verwandtschaft, die uns fürwahr mit staunender Bewunderung erfüllen. Nicht nur, dass die grossen Massen ihnen unterworfen sind, deren Umfang unsere Sinne nicht mehr erfassen können, die die Träger zahlloser anderer Körper werden und deren mächtiges Ineinandergreifen alle die Berechnungen verhöhnt, die die kühnste Phantasie ersinnen mag, — nein die Verwandtschaft erstreckt sich nach allen Richtungen, in allen Formen bis zu den kleinsten Atomen und in jedes Theilchen des grossen Weltalls hat die sinnende Natur eine Triebkraft gelegt, wodurch es zum andern hingerissen wird, um einen geheimen

grossen Zweck zu erfüllen, — für den alle Körper nur zum Mittel dienen. In einer unübersehbaren, vielgetheilten Kette entfalten sich wunderbar die Verwandtschaften, die durch tausend Wechselverhältnisse sich auf einander beziehen, von der rohsten formlosesten Masse bis zu allen Seiten der erhabensten Geistesverrichtungen. Wir sehen in der Verwandtschaft ein Grundphänomen, dessen Entstehen und Ursachen wir nicht nachkommen können.

Auch die einzelnen Gefühlsnerven sind mit bestimmten äussern Einflüssen verwandt. Häufig sind es Bewegungen der Aussenwelt, welche Veranlassungen zu den Nervenveränderungen geben, und wie die Bewegungen der Aussenwelt eine Reihe von Abstufungen und Modificationen zeigen, — so die Bewegungen, welche Lichtentwickelung und Wärmeverbreitung bedingen, die welche in Schwingungen bestehen, welche von der Attraction der Erde herrühren u. s. w. —, so giebt es auch Nerven, welche nur von einer Reihe von Bewegungen verändert werden, während andere wirkungslos an ihnen vorübergehen. Stärkere energische Einflüsse, wie die sogenannten mechanischen, wie Electrizität und Galvanismus, wirken auf alle Gefühlsnerven; aber Licht nur auf die *Retina*, Schall-Schwingungen auf den *Acusticus*, Wärme auf die Hautnerven etc. Alle diese Einwirkungen werden als verschieden in den einzelnen Nerven empfunden, zum Beweise der Individualität dieser. Der *Opticus* hat Lichtempfindung, sowohl wenn er mechanisch afficirt, als wenn ein beleuchteter Körper vors Auge geführt wird. Die Lichtempfindung wird also nicht durch das Licht erzeugt, sondern im *Opticus*, der in den Zustand der Erregung versetzt ist. Aber das Licht ist das nüancirteste Erregungsmittel für denselben Nerv. Kein andres ist im Stande, so mannigfaltige, so zarte Verschiedenheiten in dem Zustande des *N. opticus* ins Leben zu rufen, als eben das Licht. Auch durch Stoss, durch Druck aufs

Auge entsteht, wenn die *Retina* getroffen wird, eine Veränderung, wodurch wir Lichtempfindung erhalten. Aber die verschiedenen Modificationen dieser Empfindung, die unter dem Namen der Farbenempfindungen bekannt sind, werden wir niemals in dieser Klarheit gewahr, wie durch das Licht, obgleich es ganz richtig ist, dass auch Farben auf solche Weise entstehen können. — Was vom Gesichtsnerven gültig ist, dasselbe ist es von allen andern Gefühls- und Sinnes-Nerven. Alle stehen in Beziehung zu gewissen Theilen der Aussenwelt; jeder hat gleichsam seine eigne Welt, in der er lebt; und diese Welt liegt in ihm, er ist bei seinem ersten Entstehen so angelegt worden, dass er sie in sich aufnehmen, mit ihr eins werden kann.

Alles, was wir von unserer Umgebung erkennen, ist nicht diese, sondern es ist unser eigner Körper, den wir erkennen, es sind Zustände, die in uns liegen, welche unsere Umgebung nur hervorruft. Diese ist für uns gemacht, unser Körper für sie. Beide entsprechen sich, die grosse Welt ausser uns, die kleine Welt in uns. Wenn wir die Farbenpracht der Blumen betrachten, die Töne der Musik vernehmen, an Wohlgerüchen uns ergötzen, u. s. w., so waren es nicht die Blumen, die Schwingungen, die riechenden Theilchen, welche wir erkannten, es war eine eigenthümliche Veränderung, welche entstanden ist in dem *Opticus*, *Acusticus*, *Olfactorius*, und diese Zustände der Nerven sind es allein, die in unser Gemüth eingehen, die wir aufnehmen. Wie wäre es sonst denkbar, dass wir auch Töne hören können, ohne dass eine Saite schwingt, Farben sehen können, ohne dass ein gefärbter Körper vor unsern Augen steht, ja wenn diese ganz geschlossen sind? wie wäre es möglich, dass wir riechen könnten, wenn die Electrizität, oder ein Stoss auf die Enden der Geruchsnerven einwirkt, wenn es blos riechende Körper wären, die wir wahrnehmen?

Und doch ist dies so; wir vermögen durch eine eigne uns verliehene Fähigkeit Farben zu sehen, welche nicht vor uns sind, Bilder von Gegenständen uns neu zu schaffen, und alles das in einer Aehnlichkeit der Form, die jeden Zweifel ausschliesst, dass zwischen beiden Zuständen, die in uns entstehen, irgend eine Verschiedenheit walten kann.

Von welcher Art aber — diese Frage schliesst sich zunächst hier an — ist diese Veränderung? Ist es uns gestattet, eine nähere Kenntniss derselben zu erlangen? Ihr Dasein ist nicht wegzuläugnen, dürfen wir hoffen, auch dem Wesen derselben näher zu kommen? — Wir stossen hier auf Schwierigkeiten, die nach dem jetzigen Standpuncte der Wissenschaft kaum zu beseitigen sind. Wir haben es mit Theilen zu thun, deren Bau so zart, so fein ist, deren Functionen mit einer Schnelligkeit, ich möchte sagen, Geläufigkeit in einander greifen und ausgeführt werden, dass alle Bestrebungen und Mühen bisher ganz und gar vergeblich waren, auf diesem Gebiete festen Boden zu gewinnen. Unsere Sinne sind nicht scharf genug, die Combinationen des Verstandes reichen nicht so weit, um alles das zu übersehen, was in das Feld der Betrachtung gezogen werden müsste.

Die Veränderungen der Nerven müssen Folgen von Bewegungen sein. Denn es giebt, wenn wir nach den Gesetzen des denkenden Verstandes urtheilen wollen, keine Veränderung ohne Bewegung. Bewegung muss zugegen sein. Aber noch ist es nicht gelungen, diese Bewegungen sinnlich wahrzunehmen. — Wenn wir daher von Bewegung sprechen, ist dies Wort im weitesten Sinne gebraucht, nicht grade von einer solchen, die wir mit unsern Augen wahrnehmen können.

Man hat zwar einige Mal an dem innern, dem Nerveninhalte zunächst liegenden Streifen (der Begränzungshaut) flimmernde Bewegung zu beobachten geglaubt, doch

sprechen sich hierüber die Beobachter selbst noch nicht sicher aus, so dass jedenfalls der Gegenstand als problematisch zu betrachten ist. (Man vgl. Remak *observ. anat. et microsc. de systematis nervosi structura. Berol.* 1838. *p.* 32. Valentin in dessen *Repert.* 1838. *p.* 262. Gerber Handb. der allgem. Anatomie. p. 153.) Ich habe selbst über diesen Gegenstand eine Reihe von Untersuchungen an Nerven angestellt, welche ich sowohl lebenden Säugethieren als Fröschen entnahm. Besonders glaubte ich bei Fröschen eher ein Resultat erwarten zu dürfen, als bei Säugethieren, weil bei jenen das Nervenleben länger nach dem Tode fortbesteht. Ich konnte jedoch bis jetzt von einem Flimmern zwischen Begränzungshaut und Nerveninhalt niemals etwas bemerken. Bei der stärksten Vergrösserung sah ich niemals eine Spur davon. Hingegen sah ich sehr deutlich an dem *N. sympathicus* zu wiederholten Malen bei Fröschen sehr lebhafte (Molekular-) Körnerbewegung. Der *N. sympathicus* wurde bei noch lebenden Fröschen ausgeschnitten, auf einem Glasblättchen mit zwei Nadeln auseinander gerissen und ausgebreitet und dann ein dünnes Glasplättchen darauf gelegt, ohne allen Druck anzuwenden. Bei einer 650maligen Vergrösserung wurde die Untersuchung dieses Nerven wiederholt angestellt, deren Resultate hier folgen. Man findet wenig Primitivfasern, welche einen geringeren Umfang, als die anderer peripherischer Primitivfasern haben, nicht selten der Scheide zu entbehren scheinen. Im Allgemeinen kommen sie der Hälfte des Längen-Durchmessers eines Froschblutkörnchens an Umfang gleich. In sehr grosser Anzahl findet man ausserdem schwarze runde Pigmentkörnchen von ausserordentlicher Kleinheit. Diese Körnchen sind auf der ganzen Fläche zerstreut. Man sieht sie innerhalb und neben den Primitivfasern in unzählicher Menge, wie man auch an vielen andern Organtheilen des Frosches solche Pigmentkörper angesammlet

findet. Eben diese sind es, an welchen die rotirenden Bewegungen beobachtet werden. Es schien mir, dass vorzüglich in der Nähe von Blutkörperchen, welche auf dem Sehfelde zu liegen pflegen, die Bewegung am stärksten ist. Die einzelnen Körnchen stiessen oft gegen einander und wurden dann wieder abgestossen; zuweilen glaubte man, zwei Körnchen verfolgten sich im Kreise. Ausserdem bemerkt man Ganglienkugeln in verschiedner Menge, meist mit einer starken Körnerschicht, seltner ohne diese. Durch dieselben und neben denselben verlaufen die Primitivfasern.

Wenden wir uns wieder zu unserm Gegenstande zurück.

Obwohl also bis jetzt mit Sicherheit keine Bewegung sinnlich wahrzunehmen ist, der die Veränderung in den Nerven zuzuschreiben, so können wir dennoch und sei es auch nur zu besserm Verständniss, die Nervenmasse eine sehr leicht bewegliche nennen. Indem die kleinsten Theilchen der einzelnen Nerven eine Reihe verschiedener Lageveränderungen (wenn man so sagen darf) einzugehen fähig sind, ist in ihnen eine eben so grosse Reihe verschiedener Zustände möglich, welche in einzelnen Nerven besonders stark hervortreten. Namentlich sind es verschiedne Erregungs-Zustände des *N. opticus*, welche am deutlichsten auftreten und am genauesten studirt sind, Zustände unsers Auges, welche von Schwarz bis Weiss sich in einer Skala verschiedentlich sich äussernder Thätigkeit kund geben. (vgl. vorzugsweise: V. Szokalski, über die Empfindungen der Farben in physiologischer und pathologischer Hinsicht. Giessen. 1842.). Im Zustande der Ruhe des *N. opticus* sehen wir schwarz, und die Gegenstände der Aussenwelt, welche schwarz gefärbte genannt werden, bringen, unserem Auge zugeführt, keine Veränderung, keine Bewegung der kleinsten Nerventheilchen hervor. Dem »Schwarz« zunächst steht der

Zustand, den man »Blau« nennt, dann Roth, Gelb, Weiss. Wenn man Weiss am entferntesten von Schwarz setzt, so soll damit nicht gesagt sein, dass die Thätigkeit, welche im Auge erforderlich ist, um Weiss zu sehen, grösser ist, als die, um Blau, Roth, Grün zu sehen. Denn wäre dies der Fall, so müsste nothwendig eine grössere Anstrengung des Auges empfunden werden, wenn wir lange Weiss sehen, als eine andre Farbe, was aber gar nicht der Fall ist. Während beim Sehen von Weiss die *Retina* nur im Allgemeinen thätig ist, treten bei Roth, Gelb und Blau Modificationen der Thätigkeit, bestimmte Arten derselben auf. Schwarz und Weiss sind nur die allgemeinsten Ausdrücke für Ruhe und Thätigkeit. Man könnte wohl mit Recht in der *Retina* eine doppelte Reihe von Functionsäusserungen annehmen, die eine zeigt sich durch Empfindung von Weiss; die andere durch Empfindung der drei andern Farben. Beide Reihen stehen neben einander. Ihr Ruhepunct ist bei beiden gleich —, das Schwarz.

Es ist höchst interessant, dass nach den Versuchen von Purkinje und Szokalski die beiden Farben schwarz und weiss in dem ganzen Umfang der *Retina* empfunden werden, dieselben nebst gelb und blau in einer Zone, welche weiter nach innen, alle fünf Farben hingegen nur in der mittelsten Zone. — Der Versuch, den Szokalski anführt, ist folgender: Man nehme eine schwarze Tafel, betrachte einen kleinen weissen in der Mitte derselben befindlichen Punct und nähere demselben nach und nach ein Stückchen purpurrothes Papier, ohne den Blick abzuwenden. In der Ferne wird dieses Papier zuerst schwarz, und, indem wir es langsam dem weissen Puncte näher bringen, blau, hierauf violett und endlich ganz nahe in seiner natürlichen Farbe erscheinen. Hellblaues oder rosenfarbenes Papier demselben Versuche unterworfen, erscheint zuerst weiss, violettes zuerst schwarz, dann blau.

In der Mitte der *Retina* entwickelt sich also die grösste Thätigkeit, hier kann die Nervenmasse die meisten Modificationen eingehen. Die Erscheinung ist höchst auffallend; ihre Erklärung nicht wohl möglich. Ob wohl die Kreuzung der Primitiv-Fasern des *Opticus*, an welcher die äusseren Fasern wenig Antheil haben, zur Steigerung der Energie beiträgt, möge dahin gestellt bleiben. Bemerkenswerth bleibt immer, dass im Allgemeinen erst dann in den Centraltheilen die grösste Thätigkeit der Nerven zu beginnen scheint, wann die Kreuzung erfolgt ist.

Was von der *Retina* gilt, ist auch auf alle übrigen Sinnes- und Gefühlsnerven, wenn auch in minder hohem Grade, zu beziehen. Alle sind einer Reihe von Veränderungen fähig, welche durch bestimmte ihnen verwandte Aussenkörper hervorgerufen werden.

Alle diese Veränderungen, welche in unsern Gefühlsnerven sich ereignen, erkennen wir selbst durch ein Vermögen, das blos der menschlichen Seele zukommt, das Selbstbewusstsein, wodurch der eigne Körper uns zum Objecte wird. Durch dasselbe wissen wir, dass der fühlende Körper, d. h. der Körper, in dem gewisse Veränderungen vorgegangen sind, unser Körper ist und wir kennen auch diesen selbst in seiner Einheit und Integrität, als ob wir selbst Schöpfer desselben gewesen wären. Indem wir Selbstbewusstsein haben, treten wir mit der Aussenwelt in ein ganz neues Verhältniss, mit welchem keine Aehnlichkeit aufzufinden ist, wenn nicht in der Gottheit selbst, die sich zur Schöpfung verhält, wie der seiner bewusste Mensch zum fühlenden Körper. Diese Function des menschlichen Gehirns dadurch sich zu vergeistigen, dass es die Affectionen der Nervenfasern durch Eindrücke noch als etwas Gesondertes erscheinen lässt, kommt keinem Thiere mehr zu. Bei den Thieren ist die Veränderung der Nerven selbst und das, was zunächst mit ihr zusammenhängt, die Association, das Höchste,

gleichsam die letzte Instanz. Diese Associationen, welche sich durch ein unbekanntes sympathisches Spiel bilden, sind Thieren wie Menschen eigen, sie sind die Veranlassungen zu Combinationen der Vorstellungen, zum Gedächtniss. Sie sind das Werk des schaffenden Geistes, ihre Gesetze entstehen automatisch. Der Mensch schafft mit seiner Vernunft selbst Gesetze, indem er das bewundernswerthe Vermögen hat, die Nervenveränderung der subtilsten Art noch zu sondern.

Was ist es aber, was wir durch unser Bewusstsein erfahren? Sind es blos die Veränderungen, welche dadurch entstehen, dass ein Object der Aussenwelt einen Nerven trifft, der mit ihm grade verwandt ist? Oder giebt es noch andere Veränderungen, noch andere Motive zu ihrer Entstehung?

Die Verwandtschaft zweier Körper äussert sich nicht auf gleiche Weise. Man könnte zwei Arten annehmen; die eine möchte man eine active, die andere eine passive nennen. Körper zu der zweiten Art gehörend nähern sich nur dann einander, wenn äussere Veranlassungen, d. h. eine Nothwendigkeit, die ausser ihnen liegt, sie zusammenbringt. Eine Säure und ein Kali sind sehr verwandt, aber beide verbinden sich nicht, bis Kräfte auf sie einwirken, die gar nicht zu ihnen gehören, z. B. die Attraction der Erde, die durch Vorstellungen beherrschte Muskelkraft des Menschen etc., kurz das, was man gemeinhin Zufall nennt. — Hingegen giebt es hinwiederum Körper, deren Verwandtschaft sich viel activer äussert. Deutlich zeigen sie ein Streben, dem verwandten Körper sich zu nähern. Ja ihr Ruhestand ist nicht eher angegeben, bis die Vereinigung zu Stande gekommen. Hiehin gehören die organischen Verwandtschaften. Die *Retina* hat Verwandtschaft zum Licht. Dem Licht entzogen, erleidet sie Veränderungen, und diese Veränderungen werden empfunden. Wir werden in dem Bedürfniss,

dem Streben nach Licht uns eines Zustandes bewusst, der dadurch entsteht, dass die *Retina* das Object, das ihr gehört, fordert und zu erfassen sucht. So wird das Bedürfniss nach Bewegung, nach Speisen, nach Luft verschieden dringend, durch Veränderungen gefühlt, die die sensoriellen Muskelzweige, die Magen- und Lungen-Geflechte des *N. vagus* erfahren, wenn sie ohne die ihnen verwandte Erregung verharren.

Dadurch, dass die Gefühlsnerven ihren verwandten Erregungen entgegen streben, werden Vorstellungen geweckt, denen Bewegungen folgen, um der Aufforderung zu genügen. Durch den Hunger z. B. entsteht das Bedürfniss, Nahrung zu suchen, Bewegungen zu machen, welche zu diesem Zwecke führen.

Wir haben zwei Beziehungen kennen gelernt, in welchen die Gefühlsnerven mit der Aussenwelt stehen, oder was dasselbe ist, zwei Motive zu Veränderungen derselben. Das eine geht von innen nach aussen, es besteht Etwas in dem Körper selbst, was die Gefühlsnerven dazu treibt, der Function zu genügen, die sie auszuführen haben, sie dazu treibt, ihr Object zu suchen. Ich habe dieses Motiv den innern Trieb genannt. Ein anderes Motiv ist ein mehr zufälliges. Dieselben Nerven, welche activ in einer beständigen Thätigkeit sind, können auch durch Aussendinge, welche durch einen Zusammenfluss verschiedener Ursachen ihnen entgegenkommen, vorübergehend thätig werden und es folgt dieselbe Wirkung, als ob die Veränderung aus einer anderen Quelle ausgegangen wäre.

In der Dunkelheit suchen wir das Licht. Es muss nothwendig auch in solchem Fall in dem *N. opticus* eine Veränderung statt gefunden haben, freilich eine andere, als ob ein heftiger Schlag aufs Auge einwirkte. Doch diesen Unterschied haben wir hier weniger zu berücksichtigen. Es kommt uns nur darauf an, bemerklich zu

machen, dass es Veränderungen der Gefühlsnerven geben kann, die ihren Ursprung von innen nehmen, und wiederum andere, die von aussen stammen.

Die innern, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, sind aber keineswegs die einzigen. Es giebt noch andere innere Veränderungen, welche sich in vielen Stücken von den oben angedeuteten unterscheiden. Wir wollen aber zuerst diese noch etwas genauer betrachten. Sie haben manche Eigenthümlichkeit, die wir festhalten müssen.

Sie sind erstens in einem beständigen Schwanken begriffen. Erholung und Thätigkeit wechseln. Wie zwei Pole, die sich anziehen und abstossen, findet sich auch in diesen Nervenzuständen ein ähnliches Spiel. In demselben Grade, wie Ruhe eintreten will, ist auch das Streben in dem Nerven rege geworden, die Ruhe zu unterbrechen, und so umgekehrt. Wie die Thätigkeit, die Spannung zunehmen, tritt ein Verlangen zum Nachlass ein. Ich erwähne die schönen Worte von Göthe (zur Farbenlehre in: nachgel. Werk. Stuttg. u. Tüb. B. 12. p. 26.) über diesen Nervenzustand im Auge. »Das Auge eines Wachenden äussert seine Lebendigkeit besonders darin, dass es durchaus in seinen Zuständen abzuwechseln verlangt, die sich am einfachsten vom Dunkeln zum Hellen und umgekehrt bewegen. Das Auge kann und mag nicht einen Moment in einem besondern, in einem durch das Object spezificirten Zustande identisch verharren. Es ist vielmehr zu einer Art von Opposition genöthigt, die, indem sie das Extrem dem Extreme, das Mittlere dem Mittleren entgegensetzt, sogleich das Entgegengesetzte verbindet, und in der Succession sowohl als in der Gleichzeitigkeit und Gleichörtlichkeit nach einem Ganzen strebt?« Was vom Sehnerven gültig ist, lässt sich auf alle übrigen Gefühls- und Sinnesnerven anwenden. Doch nicht bei allen ist der Wechsel gleich lebhaft und gleich regelmässig. Obenan steht ohne Zweifel der Trieb

zur Athembewegung. Bei ihm kommt aber Mehreres in Betracht. Er wird zwar innerlich erregt. Der Drang nach Luft wird bald zur fürchterlichsten Pein; stürmisch wird die Befriedigung gefordert; unbedeutende Aenderungen der Reinheit der Atmosphäre wecken die Gefühle der Unlust und ein vermehrtes Streben. Aber der Trieb wird nicht allein von innen hervorgerufen; das Object, das den Athemgefühlsnerven spezifisch ist, umgiebt den Menschen beständig, er kömmt von der Stunde seiner Geburt an nicht mehr aus dem Luftbade. Zwei Ursachen, eine äussere und innere, wirken also auf die Athemgefühlsnerven ein. Das Athmen ist die regelmässigste Bewegung von denen, die hiehin gehören; ihr Wechsel geht am raschesten von Statten.

Die andern Gefühls- und Sinnesnerven möchten sich so folgen: der *Glossopharyngeus* (Durst), die Magenzweige des *N. vagi* (Hungergefühl), der *N. opticus* (Lichthunger), der *N. acusticus* (Schallhunger), die sensoriellen Zweige der Muskeln (Bedürfniss zur geordneten Muskelbewegung), der Geschmacksnerve, wahrscheinlich *Glossopharyngeus* (Bedürfniss nach mässig reizenden Speisen und Getränken). Ob der Geruchsnerv, ob die Nerven der Haut, insofern sie Tastnerven, von solcher steten Veränderung ausgeschlossen sind, ist sehr zu bezweifeln. Doch bin ich nicht im Stande, Beispiele hiezu aufzufinden.

Die Beständigkeit der Handlung neben dem Wechsel in der Form wäre also das erste charakteristische Kennzeichen dieses Nervenzustandes. Es giebt noch ein zweites. Er bezieht sich, obwohl er von innen ausgeht, doch stets auf etwas ausser dem Körper Liegendes. Wir werden gleich unten einen andern Nervenzustand anführen, mit dem diese Beziehung nicht verbunden ist.

Die äussern Körper, auf welche sich der oft berührte Nervenzustand bezieht, sind atmosphärische Luft, Nah-

rungsmittel, Licht, Schall, schmeckbare und riechbare (?) Theilchen, Erdoberfläche, insofern sie Raum zur Bewegung gewährt.

Es ist in der That etwas höchst Bewundernswerthes, eine wie grosse Harmonie zwischen der Aussenwelt und dem Thierkörper herrscht, und gäbe es keinen Beweis mehr, fürwahr dieser wäre allein hinreichend, um die Einheit einer allgemeinen Ursache vorauszusetzen. Jedes einzelne Leben, jede Thätigkeitsäusserung in der grossen Reihe der lebenden und nicht lebenden Körper wirkt für die andere und wird erhalten durch die andere.

Die Triebfeder, welche diese lebendigen Pendelschwingungen in ihrer ununterbrochenen Thätigkeit erhält, ist ein Organ, dessen wunderbare Eigenschaften trotz allen Forschens immer noch höchst räthselhaft sind, — nämlich das grosse Gehirn.

Es ist ohne Widerspruch, dass durch das grosse Gehirn der Mensch allein im Stande ist, Begriffe zu bilden; es ist gewiss, dass ohne dieses Organ kein Selbstbewusstsein besteht; aber es ist eben so gewiss, dass auch bei Thieren, welche sich ihrer nicht bewusst sind, durch das grosse Gehirn die activen Veränderungen der Gefühlsnerven, von denen wir so eben gesprochen haben, veranlasst und die Bewegungen bedingt werden, welche diesen Veränderungen entsprechen, den Anforderungen des Lebens Genüge leisten.

Ein Thier, dem die Gehirnlappen genommen sind, stirbt vor Hunger, wenn es nicht gefüttert wird. Das grosse Gehirn bewirkt die Veränderungen in dem *N. vagus* nicht mehr, in Folge deren er sich mit der Aussenwelt in Verbindung zu setzen strebt; das Begehren hat aufgehört. — Dasselbe Thier will seine Stelle nicht verlassen, auf den Rücken gelegt, steht es nicht auf. Es hat keinen Trieb mehr, seine Muskeln zu üben. Nur eine der hiehin gehörenden Bewegungen, die des Athemholens,

besteht auch ohne Gehirn fort, eben weil die Veranlassung zu dieser Bewegung nicht allein von innen ausgeht, sondern auch durch äussere Objecte angeregt wird, und zwar durch unablässig einwirkende.

Eine zweite Art von Veränderungen des Nervenzustandes, ebenfalls von innen ausgehend, kommt zwar mit der genannten darin überein, dass auch sie beständig ist, aber es fehlt der Wechsel, diese Ab- und Zunahme, und was das Wichtigste ist, diese Veränderungen stehen in gar keiner Beziehung mit Dingen der Aussenwelt. Man kennt ihrer zwei, die auch nur bei Menschen in Betracht kommen können, weil sie gar nicht nach aussen hin sich offenbaren. Auch sie sind, wie die vorhin erwähnten, nothwendig, wir sind in ihren Kreis gebannt und können nicht heraustreten, ja um deswillen sind sie noch viel nothwendiger als die frühern, weil bei diesen doch eine Aberration nicht unmöglich ist, da die äussern Objecte im Einzelnen nicht ganz gleich einwirken; hingegen die jetzt zu betrachtenden als ganz innerliche nur durch Krankheit des Körpers selbst aus ihrer Bahn gerückt werden können.

Die erste dieser nothwendigen Veränderungen ist durch das allgemeinste organische Gesetz veranlasst, das des Stoffwechsels. Wie jeder lebende Theil darin die Bedingung seines Daseins hat, dass er sich verändert, stets neu wird, einem unaufhörlichen Verwesungs- und Wiedererzeugungs-Processe entgegen geht, so auch ohne Zweifel der Gefühlsnerv. Wenn wir aber nicht im Stande sind, irgend eine Veränderung in den Gefühlsnerven selbst zu erkennen; so ist es in der That höchst einleuchtend, dass unsere Erkenntniss von einem Zustande nicht ausgeschlossen sein kann, der beständig sich ereignet; ja es wäre auffallend, wenn wir eine so wesentliche Veränderung nicht fühlen sollten, da wir doch von viel geringeren Einwirkungen affizirt werden. Vielmehr werden

wir erfahren müssen, dass in jedem Augenblicke der Gefühlsnerv ein andrer geworden ist, dass die kleinsten ihn constituirenden Theilchen unaufhörlich andere ihnen nun unähnliche berühren. — Der Mensch weiss aber nur Etwas dadurch von sich, dass er Gefühlsnerven hat; ohne diese wäre die Fähigkeit, die man Selbstbewusstsein nennt, gar nicht denkbar. In ihr liegt ja doch nur Etwas, was zu einer gewissen Thätigkeit der Gefühlsnerven hinzukommt. Das Selbstbewusstsein wird also nothwendig von dem Zustande, der es bedingt, nämlich von dem Zustande der Gefühlsnerven abhängig. Jede Veränderung in diesen, mag sie entstehen, woher sie will, bringt eine andere Erkenntniss zum Bewusstsein. Einer beständigen, nothwendigen Veränderung werden wir uns ohne Zweifel beständig und nothwendig bewusst. Und fürwahr wir fühlen uns unaufhörlich in dieser Unstetheit, in dieser Veränderlichkeit. Jedermann weiss von sich, dass er immer ein anderer ist; wir fühlen unsre Zu- und Abnahme; wir fühlen unsre Vergänglichkeit. — Da nun alle Dinge der Aussenwelt, die uns umgeben, uns nur dadurch zu eigen werden, dass wir sie in uns aufnehmen, dass sie gleichsam (wenn man so sagen darf) Theile unseres Selbst werden, wenn auch vorübergehende, so folgt unwiderleglich, dass die ganze Aussenwelt von uns mit in den Kreis unseres Vergänglichkeits-Gefühls hineingezogen werden muss. Die ganze Aussenwelt muss nothwendig dem Zustande unserer Gefühlsnerven folgen. Wir fassen sie nur dadurch auf, dass wir sie als eine stets sich ändernde erkennen, weil wir sie nur mit unsern Gefühlsnerven erkennen.

Das Denkvermögen, mit welchem Namen die Thätigkeit bezeichnet wird, durch welche wir zum Selbstbewusstsein, als Resultat jener Thätigkeit gelangen, kann als ein Streben nach Einheit betrachtet werden. Wir fassen durch dasselbe verschiedene Eindrücke zusammen.

Wir beginnen nothwendig, indem wir dies Vermögen gebrauchen, mit dem eigenen Körper; die Einheit des innern Gefühls wird zuerst erkannt, es entsteht der erste allen übrigen vorhergehende Begriff: Ich. — Wir verfahren ebenso mit den Eindrücken der Aussenwelt. Wir suchen für die durch dieselben hervorgebrachten Nervenzustände eine Gleichheit und eine Bezeichnung.

Auch sogar für das sich sets Verwandelnde, Unstäte, welches eigentlich der Einheit widerspricht, ist ein Name erfunden worden, um gleichsam durch diese Selbsttäuschung das innere Streben nach Einheit zu befriedigen. Dieser Name ist Zeit. Zeit ist kein Begriff; es ist lediglich ein Name für Etwas, was nicht ist. Der Satz: wir können uns Nichts ausser der Zeit denken, kann (recht verstanden) als identisch betrachtet werden mit dem Satze: wir fühlen uns unaufhörlich als vergänglich wegen der durch den Lebensprocess bedingten Umwandlung.

Mag man nun diese Auffassungs-Weise, welche uns sehr einfach erscheint, billigen oder nicht, das ist sicher, dass der Name: Zeit aus innern, subjectiven Zuständen, an welchen Aussendinge gar keinen Antheil haben und die nur später auf Aussendinge bezogen werden, entsprungen ist und geht nothwendig aus der obigen Auseinandersetzung hervor. Das ist es aber, worauf wir vornämlich die Aufmerksamkeit hinlenken wollten.

Wir wenden uns zu der zweiten von innen entstehehenden, eben so nothwendigen Veränderung unserer Gefühlsnerven. Jede einzelne Faser muss fühlen, dass sie von einer andern berührt wird. Da jede Faser von den kleinsten Modificationen der Aussenwelt z. B. Temperatur-Wechsel etc. affizirt wird, so wäre es undenkbar, dass nicht auch nachbarliche Fasern gegenseitig sich fühlen, zumal da jede derselben bekanntlich ganz isolirt ist und ihr Inhalt auf keine Weise mit dem einer andern communicirt. Es ist nicht der geringste Grund vorhanden,

daran zu zweifeln. Eben dadurch wissen wir auch, wo unser Körper aufhört, wir kennen seine Gränzen. Wir wissen z. B., dass zwischen der Bauch und Rückenhaut kein Raum ist, der mit Luft gefüllt ist, obgleich wir die Form der Theile, die sich in diesem Zwischenraume befinden, nicht durch unser Gefühl kennen. Wir wissen es aber lediglich daher, weil die Gefühlsfasern dieser Theile im verlängerten Marke liegen und hier diese Theile repräsentirt sind. Jede Gefühlsfaser fühlt die benachbarte, bringt zum Bewusstsein, dass auf sie nicht ein Eindruck gemacht wird, wie der durch die atmosphärische Luft. Und so fühlen wir die Begränzung aller Theile, weil sie alle im verlängerten Marke repräsentirt werden. Wird ein äusserer Theil weggeschnitten, z. B. ein Glied amputirt, so bleibt nothwendig so lange das Gefühl, dass der äussere Theil fortbesteht, bis die betreffenden Nerven ihre Gefühlsfähigkeit verloren. So sind in Menge Beispiele gesammlet, dass viele Jahre hindurch der Amputirte in der Meinung sich befand, seine weggenommenen Glieder noch zu besitzen. Ohne Zweifel herrscht darin sowohl je nach den einzelnen Theilen, als nach den verschiedenen Individualitäten ein abweichendes Verhalten, wie lange dieses Gefühl bleibt. Denn sicher wird nach und nach das Nervenbündel, welches gar nicht mehr von aussen erregt wird, mortificirt und zur Leitung unfähig werden. Dieses Verhältniss ist noch nicht hinlänglich durch Beobachtungen erörtert.

Da wir, wie oft erwähnt, die Körper der Aussenwelt erkennen, indem wir unsere Gefühlsnerven in ihrer Veränderung gewahr werden, da jeder Gefühlsnerv, so lange er besteht und Lebenskraft äussert, stets in Berührung mit andern ist und diese Berührung fühlt, so folgt ganz nothwendig, dass es uns etwas durchaus Unmögliches sein würde, Körper uns vorzustellen, welche ausser der Berührung mit andern wären. Denn das hiesse

ja in der That nichts Anders, als dass derselbe Gefühlsnerv, den ich in Thätigkeit eben setze, auch zugleich unthätig wäre. Durch die Vorstellung eines Körpers wird er in Thätigkeit gesetzt, welche nothwendig sein Leben voraussetzt; lebt er aber, so muss er auch sich, sowohl im nicht erregten als erregten Zustande, als einen mit andern Nerven in Verbindung stehenden, fühlen. Der erregte Nervenzustand, niemals aber der Körper der Aussenwelt, ist der Gegenstand der Wahrnehmung.

Indem wir die stete Berührung unserer Gefühlsnerven auf die Aussenkörper übertragen, nennen wir die absolut nothwendige Eigenschaft derselben in Berührung mit andern zu sein, räumlich; oder wir sagen: alle Körper sind im Raume. Jedermann sieht die Richtigkeit des Satzes leicht ein: Wir sind nicht im Stande, uns einen Körper ausser dem Raume zu denken. — Aber es ist auch, wie mir scheint, unmöglich uns einen Raum ohne Körper zu denken. Der Raum ist ja eigentlich Nichts, als Eigenschaft.

Wir kommen endlich an die dritte Art von Veränderungen des Nervenzustandes, die zwar ebenfalls von innen ausgeht, aber weder nothwendig noch beständig ist, und in der Regel nur dann entsteht, wenn bereits dieselbe Veränderung schon durch äussere Veranlassungen hervorgerufen worden war. Sie stellen gewissermassen ein reflectirtes Bild dar. Man nennt die Kraft des Gehirns, durch welche dasselbe fähig wird, solche reflectirte Bilder zu schaffen, das Gedächtniss.

Jegliche Erfahrung lehrt zwar, dass wir keine Sinnesempfindung haben und keine Vorstellung davon reproduciren können, wenn nicht Körper der Aussenwelt diesen Zustand vorher veranlasst haben; aber nichts desto weniger kann man hieraus nicht die Unmöglichkeit schliessen. Denn es kommen hier noch mancherlei von Uebereinkunft der Menschen, von der Möglichkeit der besten Ueber-

zeugung etc. herrührende Umstände in Betracht. Nehmen wir z. B. an, ein Mensch hätte noch niemals die Röthe des Feuers erblickt, ja die Empfindung sei ihm durch irgend einen Zufall ganz fremd geblieben; bei diesem Menschen erkranke die *Retina*, die Capillargefässe der Central-Arterie würden von Blutkörperchen angefüllt. Ohne Zweifel besteht kein Unterschied in der Einwirkung auf die *Retina* zwischen diesem Menschen und jedem andern, ohne Zweifel entsteht derselbe Zustand, dieselbe Empfindung, — aber die Möglichkeit fehlt, die Empfindung zu vergleichen, zu benennen. Fehlt auch deshalb die Empfindung? — Aber der Patholog weiss auch, dass die *Retina* ganz ähnlich leiden kann, dass in ihr ganz ähnliche Empfindungen entstehen können, ohne dass selbst eine solche zwar innerliche, doch immer materielle Ursache, wie die Blutkörper, eingewirkt haben, — auch hier fehlt sicher die Empfindung nicht, nur die Bezeichnung fehlt.

Freilich ist es nur Krankheit, die solche Zustände veranlasst, im gesunden Leben kommt es nicht vor, aber nur deshalb, weil die Motive nicht gegeben sind; nicht weil der Zustand unmöglich wäre. Nur für den gesunden Zustand ist keine Vorstellung zu erzeugen möglich, die nicht erst von aussen durch Anschauung in uns gelangt ist. — Deshalb ist eine früher ausgesprochene Ansicht, dass es gar keine angeborne Vorstellung geben könne, nicht unbedingt richtig.

Ueber die Bedingungen, unter welchen sich die Vorstellungen bald mehr bald minder leicht reproduciren, will ich, da über diesen Gegenstand so viel bereits verhandelt ist, nicht weiter sprechen.

Der Zustand in uns, welcher diese höchst merkwürdige Fähigkeit möglich macht, ist durchaus räthselhaft. — Darüber jedoch kann kein Zweifel obwalten, dass die Veränderung in unsern Nerven, welche in Folge einer

äussern Einwirkung entsteht und die, welche durch Reproduction der Vorstellungen derselben Einwirkung veranlasst wird, genau dieselbe ist. Alle möglichen Criterien beweisen die vollkommene Identität. Die Empfindung ist dieselbe und Bewegungen können ebenso sehr nach beiden Zuständen eintreten.

Beide Zustände haben auch, wie bereits erwähnt, das Kennzeichen, dass sie nicht beständig fortdauern, wie die früher genannten, sondern sie verschwinden, wenn das Motiv schwindet, das sie hervorrief. Aber eigenthümlich ist es, dass das Verschwinden nicht plötzlich geschieht, sondern allmählich. Man möchte es dem Abschwingen eines Pendels vergleichen. Es scheint diese Erscheinung allerdings für die Annahme einer Bewegung in den Nerven zu sprechen. — Der Schmerz wird noch gefühlt, nachdem die veranlassende Ursache zu wirken aufhörte; wir sehen und hören noch eine Weile nach Entfernung des äussern Eindrucks u. s. w.

Nachdem wir die Veränderungen der Nerven betrachtet, deren Entstehung durch innere Körperzustände bedingt war, haben wir die zu berücksichtigen, deren Ursache äussere Motive sind. Bei den von aussen hervorgerufenen Erregungen der Gefühlsnerven treffen wir auf eine Erscheinung, die wir schon bei der innern Erregung kennen gelernt haben. Jeder Gefühlsnerv lässt sich von aussen in Thätigkeit versetzen; ist er thätig, dann strebt er nach Ruhe. Die Wahrnehmung, die Reaction erfolgen nicht mehr, wenn die Anregung zu lange anhielt. Wenn wir einen Gegenstand zu lange betrachten, einem Tone zu lange zuhören etc., so sehen und hören wir am Ende gar nicht mehr. Er verschwimmt vor unsern Augen und verrauscht vor unsern Ohren; es vergeht wieder eine gewisse Zeit, bis die Function von Neuem kräftig von

statten geht. Der Schmerz wird nicht mehr empfunden, wenn die ihn veranlassende Einwirkung zu lange anhielt. Daher kömmt es, dass bleibende Leiden zuweilen vorübergehende und wiederkehrende Schmerzen verursachen.

Interessanter noch als der Gegensatz zwischen dem Streben nach Ruhe und Thätigkeit im Allgemeinen, ist der, welcher zwischen einzelnen Modificationen durch Thätigkeit in gewissen Nerven auftritt. Hier ist es denn wiederum vorzugsweise das Auge, welches uns Stoff zu der Betrachtung der schönsten Erscheinungen bietet. Während dadurch, dass die eigenthümlichen Lebensthätigkeiten der *Retina*, die man mit den Namen: Roth, Blau, Gelb, bezeichnet, zugleich auftreten, ein Mittelzustand entsteht, der zwischen Ruhe und Functionsäusserung mitten inne steht, nämlich: Grau (= Schwarz + Weiss); bemerkt man die gegenseitige Ausschliessung und Entgegenwirkung sehr bestimmt, wenn nur einer dieser Zustände vorwaltend mächtig erscheint. Sehen wir lange ein grünes Viereck an, so umgiebt sich's mit rothen Nachbarstreifen und das weggewandte Auge hat ein rothes Viereck zum Nachbild. Räumlich und zeitlich tritt also der Gegensatz auf; räumlich: indem die Nachbartheile der *Retina*, welche nicht mehr erregt sind, ihre Theilnahme durch Opposition zeigen, — (nicht unähnlich, wie wenn ein lebender Darmtheil an der erregten Stelle sich ringförmig zusammenschliesst, während die nächsten Nachbarstellen sich wulstig aufblähen —); zeitlich: da in den übrigen Functionen derselben *Retina*-Theile Thätigkeit geweckt wird.

Diese complementären Zustände treten bei allen Sinnesorganen in verschiedener Ausdehnung ein. Wir gehen jedoch hier nicht weiter auf die Untersuchung eines Gegenstandes ein, der so viele treffliche Bearbeiter gefunden hat.

Durch die gegebene Zusammenstellung der in den Gefühlsnerven vorgehenden Veränderungen sind wir zu einer allgemeinen Classification der Gefühle und Empfindungen gelangt, insofern diese durch unser Selbstbewusstsein erkannt werden. Wir haben zu zeigen versucht, dass der Unterschied von den Motiven dazu ausgeht, von denen zwei Hauptarten aufzustellen sind:

1) äussere, d. h. durch die Aussenwelt gesetzte und

2) innere, d. h. in unserer Organisation selbst liegende.

Die durch äussere Motive hervorgerufenen Zustände werden mit dem Namen: Empfindungen bezeichnet. Die ihnen entsprechenden Einwirkungen sind Bewegungen, die theils

1 *a)* specifisch (z. B. Licht) nur auf einzelne Sinnesnerven sich beziehen; theils

1 *b)* alle Gefühls- und Sinnesnerven zu erregen im Stande sind.

Die Zustände, durch innere Motive veranlasst, liessen sich unter drei Rubriken bringen.

2 *a)* Empfindungen, durch Reproduction der Vorstellungen entstanden, schliessen sich zunächst den von aussen unmittelbar an.

2 *b)* Gefühle, wie die des Hungers, Durstes etc., haben schon ganz ihre Quelle im Innern, sie beziehen sich aber stets auf Aussendinge, durch die allein sie Bedeutung haben.

2 *c)* Gefühle, die nur in uns liegen, gar nicht durch die Aussenwelt bedingt, welche letztere wir im Gegentheil auf jene beziehen. Durch sie entstehen die von Kant so genannten innern Anschauungen von Zeit und Raum.

Alle diese Gefühle bedürfen zu ihrer Existenz zweier Organtheile, nämlich einmal der Gefühlsnerven selbst, dann des Organs, welches als der Sitz des Denkvermögens angesehen werden kann, des grossen Gehirns. Es ist mithin eine Hauptaufgabe dieser Untersuchungen, das Verhältniss zwischen beiden genauer kennen zu lernen.

Zuvor jedoch müssen wir uns mit der zweiten Erscheinungsreihe, welche zum Ganzen des Gefühls gehört, den Gefühlsreactionen, noch Etwas beschäftigen, sowohl um nicht die Function nur theilweise zu untersuchen, als auch deshalb, um die Forschung auf alle Centralnerventheile auszudehnen und deren Einfluss auf vorliegenden Gegenstand kennen zu lernen. Welchen Gang unsre Untersuchung weiter nehmen muss, ergiebt sich leicht. Nachdem zuerst die übrigen zur Gefühlsfunction gehörenden Phänomene entwickelt worden sind, wird es erforderlich, den Verlauf der Gefühlsnerven in den Centraltheilen auf physiologischem Wege zu verfolgen, weil es nur auf diese Weise allein möglich ist, die Abhängigkeit dieser merkwürdigen Nervenverrichtung von den Centraltheilen zu erkennen. Wenn wir von der Wirkung der Centraltheile sprechen, müssen wir das Verhältniss der Gefühlsnerven zu dem Rückenmark und das Verhältniss derselben zu dem grossen Gehirn gesondert betrachten. Wenig lässt sich von dem Einflusse des kleinen Gehirns erwähnen.

§. 7.

Sobald ein Körper der Aussenwelt auf den Menschen oder ein Thier einwirkt, so erfolgen fast immer Muskel-Bewegungen. Wenn wir mit einiger Achtsamkeit diese Bewegungen betrachten, so finden wir in ihnen eine auffallende Verschiedenheit. Einige derselben haben einen in die Augen fallenden Zweck, von andern können wir nicht begreifen, was sie sollen. Man kann die ersteren: Bewegungen zur Erhaltung, die letztern: Mitbewegungen nennen. Der Zweck nämlich, den wir bei jenen erkennen, lässt sich stets darauf zurückführen, dass sie die Lebenserhaltung auf irgend eine Weise fördern. Wirkt z. B. ein zu starkes Licht aufs Auge ein, so wird

die Pupille enger; wodurch der Function des Sehens der Vortheil erwächst, dass nicht zuviel Licht eindringt und die Randstrahlen am meisten abgehalten werden. Wird ein Theil durch Stoffe berührt, welche der thierischen Organisation feindlich sind, sie zerstören, sei es durch ihre Masse oder ihren Inhalt, so erfolgen Bewegungen, den beeinträchtigenden Körper zu vertreiben und zugleich den eignen wegzuwenden. Werden gewisse Körpertheile, die sich durch ein eigenthümlich schwammiges Gewebe auszeichnen, gereizt, z. B. die Clitoris, die Brustwarzen etc., so entstehen im weiblichen Körper Bewegungen, welche dem Zutritt des Reizes förderlich sind, weil Reizungen dieser Theile nothwendig werden, um Bewegungen zu veranlassen, von denen die Erhaltung der Gattung abhängt.

Ich will der Beispiele, die in grosser Menge aufzufinden sind; nicht noch mehrere erwähnen. Die angegebenen genügen.

Zu diesen Bewegungen werden alle Theile des Körpers benutzt, welche am tauglichsten sind. Man weiss nicht bestimmt, ob irgend ein Gesetz, durch Lage der Theile bedingt, hier obwalte. Auf den ersten Blick nämlich scheint es, als ob der tauglichste Theil dazu benutzt würde, dem andern (wenn ich so sagen darf) beizustehen.

Anders verhält es sich mit den Mitbewegungen, es sind nur bestimmte Bewegungen, welche entstehen, — man kennt sie genau. Vor Allem sind es die Stimmbänder. Schreien vor Schmerz ist die gewöhnlichste Erscheinung. Ja auch bei andern niedern Thieren, welche auf andre Weise Töne hervorbringen, z. B. Insecten, erscheint die dazu nöthige Bewegung. Thiere schreien immer, ebenso Kinder, viel weniger Erwachsene, um so weniger, je leichter und freier sich die Vorstellungen bilden können. Einem starken Manne presst der Schmerz

keinen Laut aus. Wir werden unten hören, woher diese Verschiedenheit entstanden ist.

Zunächst folgen bei Menschen die Thränengänge. Thiere weinen nicht. Andere Bewegungen sind Aneinanderdrücken der Kinnladen, Zittern, Herzklopfen, vermehrtes unregelmässiges Athemholen. Es wird nicht unpassend sein, in einigen Beispielen zu veranschaulichen, wie sich verschiedene Thiere, welche durch einen schmerzerregenden Eindruck affizirt werden, sich benehmen. Was ich anführe, ist genau der Naturbeobachtung entlehnt.

Eine Katze liegt an einer hintern und zwei vordern Extremitäten befestigt auf dem Operirtische auf dem Bauche. Ein Gehülfe hält das freie Bein gegen den Leib gebeugt. Neben der *Tuberositas ossis ischii* wird durch die Haut ein vier Zoll langer Einschnitt auf einer Falte gemacht, dann die *Fascia,* welche sehr dünn ist, eingeschnitten und zurück gelegt. An der *Tuberositas* entspringen die drei Muskeln, welche den Unterschenkel beugen. Die zwei äussern, der *biceps* und *semitendinosus,* sind, etwas von ihrem Ursprunge (wo sie verwachsen sind) entfernt, leicht zu trennen. Man sieht den starken *N. ischiadicus* zwischen beiden. Bis dahin ist oft das Thier ganz ruhig, es erträgt den Hautschnitt oft ohne alle Reaction. Man lässt die beiden Muskeln jedoch nicht zu sehr auseinander halten. Das Thier bleibt immer noch ruhig. Nun drückt man mit einer Pinzette den *N. ischiadicus* oder sticht ihn mit einer Nadel. Kaum geschehen, so wendet sich schnell der Kopf um, als wenn ein elektrischer Schlag eingewirkt hätte, das Thier will beissen, beisst oft in den Tisch, in das Befestigungsseil oder selbst in seine eigne Haut, alle vier Tatzen richten sich soviel sie können auf, und gleichzeitig erfolgt oft hinter einander ein anhaltendes Schreien. Das Athmen wird viel häufiger; das Thier will entweichen, es macht mit Rumpf und Beinen die Bewegungen, die dazu passend

sind; bei der Unmöglichkeit dies zu thun, wendet es sich gewöhnlich mit der verletzten Körperseite so um, dass diese dem Auge mehr oder weniger abgewendet wird. Es schlägt mit dem Schweif nach allen Seiten. Oft zittert es mit dem insultirten oder dem andern Hinterbeine, oft auch mit dem Vorderbeine. Urin und Koth werden rasch entleert. Alle diese Erscheinungen sind das Werk weniger Sekunden, die grosse Reihe der Bewegungen erfolgt oft im Augenblicke der Verletzungen und einige so rasch, dass es schwer hält, ihr Entstehen zu beobachten.

Kaninchen stossen gewöhnlich wiederholt gellende Töne aus, welche das Gehör höchst unangenehm affiziren und wegen des plötzlichen Erscheinens eigenthümliche Einwirkung auf uns machen. Während nämlich ganze Strecken verwundet werden und man sich oft veranlasst sieht, sich zu überzeugen, ob das Thier noch am Leben sei, weil jede Spur von Reaction fehlt und man nicht weiss, ob man an einem todten oder lebenden Kaninchen operirt, kömmt plötzlich mit einem neuen Schnitt jener genannte Ton. Die übrigen Erscheinungen sind denen wie man sie bei Katzen sieht, sehr ähnlich. Die Thiere fahren plötzlich auf aus ihrer Ruhe, stossen vorzugsweise die Hinterbeine von sich, athmen so rasch, dass man oft die Züge nicht zählen kann, entleeren wiederholt ihren weissfarbigen Urin und ihren Koth, und machen Bewegungen zum Entweichen, sowie endlich ebenfalls an verschiedenen Theilen ein Zittern entsteht.

Bei Fröschen sind die Symptome der Gefühlsreaction gewöhnlich folgende. Wird der nicht angebundene Frosch in einem Augenblicke, in dem er ruhig dasitzt, mit einem Tropfen Schwefelsäure betupft, so ist kaum die Berührung geschehen, so fährt er zusammen, wie vom elektrischen Schlage getroffen und hüpft rasch fort. Oft noch während des Hüpfens bringt er eine Extremität an

die gereizte Stelle und streicht mit jener an diese hin und her, ganz so, als ob etwas weggewischt werden sollte. — Ist der Frosch mehr oder minder befestigt, z. B. an seinen beiden hintern Extremitäten, so dass er auf dem Rücken liegt und bleibt er, wie dies im Herbste und im Winter nicht selten beobachtet werden kann, in dieser Stellung eine Zeit lang ruhig liegen, so fährt er im Augenblicke, in welchem die befeuchtete Nadel an die Haut gebracht worden ist, auf, der ganze Vorderkörper hebt sich in die Höhe, so dass die Bauchgegend eine nach oben gerichtete Convexität darstellt, und der Rücken hohl ist, nähert sich dem Hinterkörper und wirft sich sogleich herum, so dass er jetzt auf dem Bauche liegt. Bestrebungen, ihm die frühere Lage zu geben, sind vergeblich, er ändert sie. Zuweilen faltet er die Vorderglieder in einander, besonders wenn die hintere Körpergegend verletzt wird und macht endlich die abwischenden Bewegungen. Man hört im Ganzen nur selten ein Schreien, doch habe ich dies einige Mal nach Reizungen beobachtet, besonders aber dannn mehr, wenn die vordere d. h. den vordern Extremitäten nähere Körpergegend insultirt wurde, als die hintere. Will man den Frosch mit der Hand an irgend einer Extremität festhalten, so tritt er mit Kraft die Extremität gegen die Hand, was das Ansehen hat, als wolle er letztere wegstossen.

Bemerkenswerth ist endlich der Einfluss, welcher durch schmerzerregende Körper auf das Athemholen ausgeübt wird. Ich habe hier zweierlei bemerkt. Ist der Eindruck heftig, oder richtiger: ist die Reaction stärker, so wird in der Regel das Athemholen häufiger. Es folgen sich viele Athemzüge rasch hinter einander, dann tritt eine Pause ein. Ist hingegen der Eindruck schwächer, so steht nicht selten nach demselben der Athem ganz still, und dies geschieht plötzlich und kann bei demselben Thiere mehrmals beobachtet werden. Namentlich bemerkte

ich das Stillstehen der Athemzüge bei Reizungen innerer Organe, z. B. der Leber; es trat kurze Zeit nach der Reizung ein.

Schon oben wurde bemerkt, dass das Herz hingegen ganz theilnahmlos bleibt; während bei Säugethieren der Puls häufig eine ganze Weile hindurch vermehrt bleibt. Die stärksten Hautreize, gegen welche fast alle willkührlichen Körpermuskeln reagiren, bringen soviel mich meine Beobachtung lehrte, nicht die geringste Wirkung auf die Herzbewegung hervor. — Ebenso verhält es sich hinsichtlich des Darmes, welcher, wie oben bemerkt, bei Säugethieren ebenfalls stark reagirt.

Wie diese Erscheinung zu erklären, kann ich nicht bestimmen.

Neben den zweckvollsten Bestrebungen sehen wir also überall die zwecklosesten Mitbewegungen, und diese Mitbewegungen nicht etwa von Nachbartheilen ausgeführt, sondern von sehr entfernten Organen. Es ist uns leicht erklärlich, warum ein Finger sich gleichzeitig contrahirt, wenn blos die Contraction des andern intendirt wird. Dass eine Faser der zunächst liegenden ihren Zustand mittheilt, obgleich keine direkte Communikation zwischen beiden stattfindet, hat nicht viel Auffallendes. Aber was haben die Stimmbänder mit der Haut des Unterschenkels zu thun? warum bewegen sie sich, wenn er oder irgend ein anderer Körpertheil gereizt wird? Es ist in der That nicht wohl zu deuten. — Man könnte glauben, es solle ein Hülferuf bedeuten; doch dies ist höchst unwahrscheinlich. Würde nicht dieser Zweck voraussetzen, dass andere Thiere derselben Art sich näherten, um wirklich zu helfen, — was doch nur selten im Ganzen geschieht.

Welche Communication besteht zwischen Thränendrüse und Thränengängen und Gefühlswurzeln? Was kann es für einen Zweck haben, wenn einige Wassertropfen mit etwas Salz etc. gemischt das Auge bespülen? Es

scheint eher schädlich, als nützlich. Vielleicht zu Mitleid und Theilnahme bewegen? Kaum denkbar.

Warum schlägt das Herz häufiger, mehren sich die Athemzüge?

Wir müssen es uns gestehen, eine genügende Erklärung fehlt. Wir können die Bedeutung dieser Mitbewegungen, deren Nothwendigkeit nach unserer jetzigen Kenntniss sich nicht einsieht, in der That nicht begreifen.

Wenn wir die übrigen Bewegungen zweckvoll nennen, so wollen wir damit sagen, dass nach der Art, wie wir denken, vorausgesetzt werden muss, dass in dem Thiere, welches solche Bewegungen macht, Etwas sei, was es dazu antreibt, dass es sie vollbringt. Jedem Zwecke liegt nothwendig ein Urtheil zu Grunde. Es ist aber bekanntlich nicht erforderlich, dass die nach Begriffen wirkende Ursache, welche die zweckmässige Verrichtung veranlasst, in den Theilen selbst, die dazu angewendet werden, ihren Sitz habe. Von dem Thierkörper lässt es sich hingegen beweisen, dass diese Ursache sich wirklich in gewissen Theilen desselben nur offenbare. Bei dem Menschen wird diese Ursache bewusst; bei Thieren nicht. In wie weit sie bei diesen Selbstständigkeit erlangt hat, wissen wir nicht.

Alle Bewegungen des Thieres machen wir zuerst zu unsern und von uns aus beurtheilen wir sie. Wir setzen eine nach Begriffen wirkende Ursache überall da voraus, wo wir die nach unsern Begriffen zweckmässige d. h. Lebenserhaltung fördernde Bewegung eines Thieres beobachten. Es ist einerlei, ob in einem ausgedehnteren oder geringern Grade diese Bewegung geschieht, es ist einerlei, ob der Zweck erreicht wird, oder nicht. Die Intention begründet die Benennung.

Wie weit die Folge der Urtheile geht, welche zweckmässige Bewegung bei Thieren verursachen, zeigte uns auch hier ein oben erwähntes Beispiel. Eine gefesselte

gereizte Katze will sich losmachen und entfernen; ist dies nicht möglich, so wendet sie den gereizten Körpertheil ab. Eine wie grosse Reihe von Ursachen musste der Ausführung dieser Bewegungen vorausgehen!

§. 8.

Auf anatomischem Wege ist es bis jetzt nicht gelungen, den Verlauf der Gefühlsnerven zu erkennen. Sehr bald nach ihrem Eintritte ins Rückenmark sind sie nicht weiter zu verfolgen, sie scheinen in der gleichartig weissen Markmasse untergegangen.

Durch das Mikroskop nimmt man nicht den geringsten Unterschied zwischen motorischen und sensiblen Fasern wahr. Dieses Hülfsmittel ist bis jetzt vergeblich angewendet worden.

Mehr Erfolg haben die physiologischen Untersuchungen gehabt, welche in neuerer Zeit viele Forscher beschäftigt haben. Das Dasein von Gefühlsfasern wird nach der Gefühlsreaction beurtheilt, welche bei Thieren nach Nervenreizung eintritt. Das Urtheil lässt sich vollkommen rechtfertigen. Soviel die Beobachtungen an Menschen in Krankheiten lehrte, stets hat sich, wo die Untersuchung genau genug angestellt war, ergeben, dass nur da bei Menschen Gefühl sich zeigte, wo auch bei Thieren künstlich Gefühlsreaction hervorzubringen war. Der Sturm, der z. B. durch Reizung eines *Trigeminus*-Zweiges bei Thieren entsteht, ist frappant; ein Leiden in diesem Nerven kann Schmerz veranlassen, der den Menschen zur Verzweiflung bringt. Und so finden wir zahllose Beispiele, am Krankenbette gesammlet, ganz das bestätigen, was Thierversuche ergaben, die mit Vorsicht und Urtheilskraft angestellt wurden.

Niemand wird daher den Satz bestreiten, dass in allen den Theilen, in welchen nach einer Reizung, welche

zu den schmerzerregenden gehört, Gefühlsreaction eintritt, auch Gefühlsfasern verlaufen. Ich habe daher durch sorgfältige oft wiederholte Versuche die meisten Körpertheile auf das Erscheinen von Gefühlsreaction geprüft und hienach auf das Dasein von Gefühlsfasern geschlossen. Ich werde diese Beobachtungen gleich unten mittheilen.

Eine andere Frage hingegen ist es, ob wir zu dem Urtheile berechtigt sind, dass da die genannten Fasern fehlen, wo der Reizung keine Reaction folgte. Mit Recht werden bei Vielen Zweifel gegen die unbedingte Richtigkeit eines solchen Urtheils entstehen. Wer Gelegenheit gehabt hat, recht viele Versuche anzustellen, wird solche Zweifel nicht abweisen wollen.

Würden Gefühlsreactionen nie ausbleiben, wenn schmerzerregende Eindrücke eingewirkt haben, so hätte man allerdings ein sehr sicheres Kennzeichen. Dem ist aber bei weitem nicht so, weder bei Menschen, noch bei Thieren. Entsteht nicht häufig genug bei jedem Menschen leiser Schmerz, ohne alle Spur von Bewegung? ohne dass die geringste Einwirkung der Seele durch Vorstellungen einen Willenseinfluss auszuüben, die Tendenz zu Bewegungen zu unterdrücken, oder andere entgegenwirkende hervorzurufen hätte? Der Gegenstand ist zu bekannt, wird zu häufig von Jedem beobachtet, als dass er weiterer Erwähnung bedürfte.

Bei Thieren ist es noch auffallender. Man nimmt grosse Stücke Haut hinweg, das Thier rührt sich oft nicht. Man kann dies nicht nur bei Kaninchen, man kann dasselbe bei Katzen gar nicht selten beobachten. Man glaubt, an einem todten Körper zu operiren. Und wer wollte Gefühlsnerven der Haut absprechen? — Ich habe Kaninchen den *N. vagus* durchgeschnitten, und jede Spur einer Mitbewegung fehlte; das Thier zuckte nicht, schrie nicht. — Vergleicht man die Erscheinungen, welche als Gefühlsreactionen gelten können, die der Anwendung

eines schmerzerregenden Stoffes bei zwei Thieren derselben Art folgen, so erstaunt man oft genug über den bedeutenden Unterschied. Hier möge ein Beispiel den Beweis geben. Ich wollte das Gefühl der Nieren untersuchen. Zwei junge Katzen desselben Geschlechts wurden zum Versuche gewählt. Die Bauchhöhle der einen wurde geöffnet, die Niere der linken Seite durch Zurücklegen der Därme freigemacht. Eine concentrirte Lösung von *Kali causticum* stand bereit. Mit einem Federbarte, den ich in die Flüssigkeit getaucht hatte, strich ich über die Niere her. Sorgfältig vermied ich, irgend einen andern Theil zu berühren, was auch gar keine Schwierigkeit hat. Es waren nicht 5 Sekunden vorüber, als das Thier zitterte, beissen wollte, schrie und seine Tatzen in Bereitschaft setzte. Bald nachher wurde genau in derselben Art die andre Niere gereizt, aber mit welchem Erfolge? Das Thier blieb ruhig, als ob Nichts geschehen wäre und doch konnte man sich von dem bedeutenden Eingriffe deutlich genug überzeugen. Denn die Niere zeigte eine stark geätzte Stelle. Es waren 20 Sekunden vergangen, als die vordre Extremität der Seite, an welcher die Niere gereizt wurde, heftig zu zittern anfing; aber bald war dies verschwunden. — Bei einer zweiten Katze fehlte sogar jede Reaction. Das kräftige Mittel hatte keine Spur von Bewegung zur Folge gehabt, und man hätte auf diesen Versuch allein sich berufend veranlasst werden können, völlige Empfindungslosigkeit dieses Organs anzunehmen.

Alle diese Beispiele, denen gar manches andre noch hinzugefügt werden könnte, sind zum Beweise hinlänglich, dass man nur mit Vorsicht aus negativen Resultaten Schlüsse ziehen darf, dass namentlich in Betreff des Gefühls eine reiche Quelle von Irrthümern aus solchen Schlüssen entspringen muss. Dahingegen gewähren positive Resultate, vorurtheilsfrei gewonnen, selbst vereinzelt

dastehend, eine grosse Sicherheit und ein unbestreitbares Uebergewicht.

Ob von der vordern Rückenmarkshälfte die Gefühlsfasern gänzlich ausgeschlossen sind, ob in dieser lediglich Bewegungsfasern verlaufen, hingegen in der hintern (bei Thieren: oberen) Hälfte blos Gefühlsfasern, ist ein Gegenstand vielfacher Untersuchungen geworden, deren Resultat keineswegs ein gleiches war. Die am meisten angenommene Meinung, welche vornemlich von Magendie, van Deen und Longet repräsentirt wird, ist die einer vollständigen Sonderung der Fasern. Wie die Nervenwurzeln, so soll auch nach diesen Physiologen das Rückenmark in zwei streng getrennte Parthieen zerfallen, empfindend die eine, Bewegung erregend die andre.

Valentin ist entgegengesetzter Meinung, ohne diese gerade auf experimentelle Beweise zu stützen. Er glaubt dies aus dem allgemeinen Faserverlaufe im Rückenmarke folgern zu können. Vgl. Heft I. p. 36.

Wenn ich auch nicht glaube, dass der Verlauf der Bewegungsfasern, wie sie Valentin angiebt, angenommen werden kann, so bin ich doch ganz seiner Meinung darin, dass auch in der andern Rückenmarkshälfte Gefühlsfasern verlaufen. Meine im ersten Hefte bereits ausgesprochene Ansicht kann ich nach wiederholten Versuchen nur bestätigen. Obgleich ich darin mit allen übrigen Forschern mich durchaus einverstanden erkläre, dass die vordere Rückenmarkshälfte, ohne Vergleich weniger Gefühlsfasern, als die hintere besitzt, so geht aus meinen Versuchen bestimmt hervor, dass auch die vordere nicht deren ganz entbehrt. Eine Vermuthung, die aber allerdings durchaus nichts Anderes als Vermuthung ist, stelle ich dahin auf, dass vielleicht die Gefühlsfasern, welche in der vordern Hälfte liegen, vorzugsweise denen der Muskeln entsprechen, durch welche wir das Gefühl der

Müdigkeit etc. haben, und dass die Bewegungsfasern, welche in der hinteren Hälfte liegen, den Bewegungstheilen, die in den Empfindungsorganen liegen, z. B. den Schweisskanälchen der Haut, entsprechen. Es lässt sich eben so sehr eine Mittheilung von Hautgefühl auf Muskelbewegung, als von Muskelgefühl auf Schweisskanalbewegung nachweisen. — Doch das Alles sind reine Hypothesen.

Ich stelle, bevor ich über die besonders erwähnenswerthen Resultate Anderer spreche, einen Versuch voran, der mir am eklatantesten zu sein schien. Einem Hunde hatte ich über einer Hautfalte in der Gegend des zehnten Brustwirbels einen Querschnitt von 3 Zoll Länge gemacht. Ich liess das Thier stark nach vorn umbeugen, und zwar so, dass an der Stelle, welche ich zum Durchschnitt bestimmt hatte, die Dornfortsätze so weit als möglich von einander entfernt wurden, trennte hierauf die zwischen den Dornfortsätzen des zehnten und eilften Brustwirbels liegenden Bänder und stach mit einem sehr starken, spizzen, etwa ½ Zoll breiten, oben doppelschneidigen Messer zwischen beide Dornfortsätze ein. Das Thier wurde schon sehr unruhig bei dem ersten Einstechen, liess sich nicht wohl halten, schrie. (Denn die Verletzung aller Theile in der Nachbarschaft des Rückenmarks sind stets mit sehr intensiver Gefühlsreaction verbunden.) Als ich an das Rückenmark kam, war dies Toben und Wüthen aufs Extremste gestiegen. Ich wandte das Messer auf beiden Seiten nach aussen, um die ganze Oberfläche zu durchschneiden. Je tiefer ich drang, desto geringer reagirte das Thier. Als ich ungefähr den grössten Theil des Rückenmarks durchgeschnitten zu haben glaubte, zog ich das Messer zurück und brach zwei der nächsten Wirbel, welche unter der Durchschnittsstelle lagen, mit einer Zange weg. Ich musste zu dem Behufe einen Längenschnitt durch die Haut und zwei Muskelschnitte

neben den Wirbeln machen. Obgleich die Reaction des Thieres gar nicht mit der verglichen werden konnte, welche ich kurz zuvor, ehe noch eine Verletzung vorgenommen worden war, bemerkte; so war sie doch so deutlich und unverkennhar, dass man nur aus Liebe zu irgend einer vorgefassten Meinung sie hätte anders als die frühere erklären können. Das Thier wendete sich, besonders als ich in die Muskelmasse neben den Wirbeln einschnitt, plötzlich mit seinen Kopfe um, schrie und schien beissen zu wollen; es drehte den Körper nach der andern Seite so, als ob es sich auf den Rücken legen wollte, es machte Bewegungen, um sich von den Fesseln zu befreien, stark mit den vordern, viel schwächer mit den hintern Extremitäten. Als die Wirbel weggebrochen waren und das Rückenmark frei vorlag, beurtheilte ich den Schnitt so ausgeführt, dass etwa noch ein Drittheil der Dicke nach vom Rückenmark unversehrt geblieben war, sowie auch die Seitenstränge theilweise sich nicht getrennt zeigten. Ich durchschnitt nun das ganze Rückenmark, bis etwa noch ein Sechstel der Dicke zurückblieb. Die graue Substanz war ganz durchschnitten. Ich nahm bis zu derselben Tiefe etwa ungefähr ein Zoll grosses Stück von dem weiter nach hinten gelegenen Rückenmark ganz hinweg, so dass also das Rückenmark für den Hinterkörper mit dem des Vorderkörpers nur durch die dazu noch unvollständige weisse vordere Masse in Verbindung stand. Nach dieser eingreifenden Operation wurde die Wunde zugenäht. Das Thier legte sich hin; der Hinterkörper schien ihm nicht anzugehören, er war gleichsam wie angebunden an den Vorderkörper, er wurde fortgeschleppt, als der Hund einige Bewegungen machte. Selbst wenn das Thier lag, harmonirte der Hinterkörper so wenig mit dem vordern, dass man gleich die Lähmung bemerken konnte. Nichts desto weniger entstand von Zeit zu Zeit ein Zittern, welches auch in den folgenden

Tagen noch oft beobachtet ward. Der Schwanz wurde nicht selten wie zum Wedeln hin und her bewegt.

Schon an demselben Abend frass und soff der Hund wieder; er lag beständig und versuchte nur die eine Bewegung, sich von einer Seite auf die andere zu werfen. Des andern Tages begann ich meine Versuche, um die Gefühlsreactionen zu prüfen. Kneipte ich eines seiner Hinterbeine mit einer Zange recht stark, so wendete sich der Kopf um, der Hund schrie und zeigte seine Zähne. Diese Reaction erfolgte nicht immer gleich rasch. Oft erst nach 15 bis 30 Sekunden. Ich habe diese Erscheinung wiederholt beobachtet. Denn vierzehn Tage verwendete ich zu diesen Beobachtungen. Der Hund schien zwar ermattet, träge, seine Stimme minder laut, — aber er frass und soff wie ein ganz gesunder; er blickte ziemlich munter um sich. Mit verschiedenen Modificationen versuchte ich mancherlei Reizmittel. Ich musste sie in einer Stärke anwenden, die viel grösser als bei gesunden Hunden war. Der Unterschied in der Reaction, welche in Folge von Kneipen an der vordern und hintern Extremität sich zeigte, war in der That auffallend genug, — aber ich wiederhole, die Reaction zeigte sich entschieden und zwar in allen den auch sonst mitwirkenden Organen. Es war das nicht, was man Reflexbewegung nennt, die Stimmbänder waren von der Theilnahme keineswegs ausgeschlossen, der Kopf drehte sich um etc. — Von Täuschung kann hier keine Rede sein; eine Beobachtung, welche man vierzehn Tage lang macht, kann aufmerksam genug nach allen Seiten hin beleuchtet und modificirt werden. Es verging nicht wohl ein Tag, an welchem ich nicht auf irgend eine Weise mich zu überzeugen suchte, ob das Gesehene wiederholt sich bestätige.

Nach vierzehn Tagen endlich öffnete ich von Neuem die Rückenwunde, welche gar nicht sehr geeitert, aber ein schlechtes Ansehen hatte, entfernte die Blutcoagula

in der Nachbarschaft durch einen in warmes Wasser getauchten Schwamm, um an das zerstörte Rückenmark zu gelangen. Auch in der Umgebung des Schnittes dieses Organs, aus dem ein grosses Stück ausgeschnitten war, sah ich keine Spur von Eiterung; aber das untere wie das obere Ende über eine kleine Strecke hin erweicht, nicht sowohl durchaus geröthet, als hier und dort mit dunkelrothen Streifchen versehen. Ich durchschnitt den Rest des Rückenmarks, welcher in der That nur wenige Linien Dicke hatte, vollständig. Während dieser bald vollendeten Operation konnte ich gar keine Reaction bemerken; war solche zugegen, so ist sie sicher nur sehr unbedeutend gewesen, da ich genau auf Alles achtete. — Schon nach wenigen Stunden wurde von Neuem auf das Dasein von Gefühlsreaction geprüft, aber jetzt fehlte die leiseste Spur. Mit einer scharfen Zange kneipte ich die Hinterbeine, bis Blut hervordrang, ich schlug mit einem starken Hammer auf die gelähmten Theile, brannte mit einer Kerze, legte ein grosses Stück kaustisches Kali an viele Stellen der unverletzten und durchschnittenen Haut, zerrte an einzelnen Nerven, — aber jeglicher Versuch war vergeblich. Das Thier reagirte nicht.

Andere Erscheinungen, welche ich beobachtete, andere Versuche, welche ich bei demselben Hunde anwandte, erwähne ich nicht, weil sie nicht hiehin gehören. — Ich liess ihn weitere 14 Tage am Leben, dann wurde er getödtet. Oftmals überzeugte ich mich, dass die Gefühlsreaction in diesen Theilen ganz und gar dahin war.

Dieser mit Sorgfalt angestellte Versuch möchte wohl dem oben von mir angestellten Satze zur beweisenden Stütze dienen; und ich glaube daher, dass der Schluss vollkommen richtig ist:

Auch in der vordern Rückenmarkshälfte verlaufen Gefühlsfasern, nur in bei weitem geringerer Menge.

Der oben erwähnte Versuch bestätigt sich allerdings nicht bei jedem Thier mit gleicher Deutlichkeit. Hat man aber einmal ein so eklatantes Beispiel vor Augen gehabt, so wird man auch in weniger bestimmten Fällen die vollste Ueberzeugung sich verschaffen. Hier wie überall in der Natur erscheint die Norm mit endlosen kleinen Abweichungen, die Natur spielt gleichsam mit ihren Gesetzen, ihre Bilder zeigen sich bald in dichten Schatten, wie Umrisse, bald in hellem klarem Lichte, aber immer dieselben Bilder. Dort wird der Blick schwer, hier leicht.

Dass man oft keine Gefühlsreaction bemerkt, wenn man die vordern Rückenmarkstheile berührt und reizt, ist nicht zu läugnen. Grade dem, der die exorbitante Reaction angesehen hat, wenn die hintere Fläche nur leise berührt ward, — grade dem wird es im Anfang schwer, bei so übergrosser Verschiedenheit in der Intensität der Erscheinungen das Dasein von Gefühlsreaction auch hier zu erkennen. In geringer Entfernung die frappanten Erscheinungen und hier nur Andeutungen. Aber oft sind die Andeutungen so stark, so in die Augen springend, dass sie nicht entgehen können. Man muss allerdings viele, sehr viele Versuche anstellen, um sich die vollste Ueberzeugung zu verschaffen, — aber wer sich die Mühe nicht verdriessen lässt, wird meine Aussagen gewiss bestätigen. Denn es werden ihm sonder Zweifel Thiere zum Versuche kommen, bei denen jeder Schein von Ungewissheit schwindet.

Ob die Anzahl der Gefühlsfasern, welche sich in der vordern Rückenmarkshälfte vorfinden, sich nach obenhin gegen das verlängerte Mark vermehren, war bei höhern Thieren unmöglich mit aller Gewissheit zu bestimmen. Nur in der Bauchhöhle lässt sich der Rückgrath von vorn aus öffnen; von der Brusthöhle aus natürlich gar nicht, am Halse ohne die grösste Gefahr rasch erfolgenden Todes auch nicht leicht. Die Eröffnung von hinten ist

zwar möglich, aber wegen der Respirations-Beeinträchtigung wird es fast unmöglich, ein sicheres Resultat zu erlangen. Doch ist es mir im höchsten Grade wahrscheinlich. Bei Fröschen hingegen finde ich gar keinen Unterschied zwischen der untern Fläche des verlängerten Marks und derselben Fläche des Rückenmarks ganz unten da, wo die letzten motorischen Wurzeln entspringen, d. h. beide zeigen gleich wenig Gefühlsreaction. Ich habe sogar nicht selten bei Fröschen in den Wintermonaten nach Reizung der vordern Fläche des verlängerten Marks keine Spur von Zuckung erfolgen gesehen.

Was wohl der Zweck dieser seltsamen Nervenvertheilung sei, ist schwer zu ermitteln.

Unter den Arbeiten über die Function der Rückenmarksstränge verdient die neuere von v. Deen (*Nadere ontdekkingen over de Eigenschappen van het Ruggemerg. Leid.* 1839) eine besondere Beachtung. Er modificirte seine Versuche, durch welche er die Sonderung des Rückenmarks in eine motorische und sensible Hälfte zu beweisen sucht, auf sinnreiche Art durch Anwendung des essigsauren Strychnin. Die kleine Schrift wird durch die Anhäufung von Versuchen für den Leser etwas drückend und ermüdend, weil die einzelnen nicht unter allgemeine Gesichtspuncte gebracht sind. Mir wenigstens ist es nicht möglich gewesen, eine Serie von Experimenten, obwohl sie nur wenige Seiten einnimmt, hinter einander zu lesen.

Bevor wir im Stande sind, über die Untersuchungen von v. Deen zu urtheilen, ist es nothwendig, die Wirkung des Strychnins in so weit kennen zu lernen, um zu erfahren, auf welchen Theil des Nervensystems dieselbe gerichtet ist. Hierüber haben Stannius (Müll. Arch. 1837 p. 223) und J. W. Arnold (*Hygea Bd. XIV. p.* 193. *fg.*) genaue Beobachtungen mitgetheilt. Die wichtigsten von denen des Letzteren, welche hieher gehören, habe ich wiederholt und kann sie vollkommen bestätigen. Arnold

wandte *Extr. nucis vomicae* an; dieselben Folgen bringt das *Strychninum nitricum* und *aceticum*, mit welchen Mitteln ich versuchte, hervor. Die Wirkuug des Strychnin bezieht sich, wie dies schon hinlänglich bekannt ist, lediglich auf das verlängerte und Rückenmark. Bei Fröschen strecken sich vorwaltend die Hinterbeine, während Vorderbeine sich auf der Brust in der Beugung zusammenschlagen und der Kopf starr nach vorn umgekrämpt ist. Alle Theile sind vom tetanischen Krampfe befallen. Später entstehen ausser den Bewegungen in der angegebenen Richtung noch andre Zuckungen. — Nach eingetretener Ruhe reicht die geringste Reizung hin, die heftigsten Krämpfe zu veranlassen.

Soviel mich bis jetzt meine freilich in noch geringer Zahl angestellten Versuche an Säugethieren lehren, ist der durch Strychnin veranlasste Krampf nicht der Art, dass die Hinterbeine sich anfangs strecken und die Vorderbeine und Kopf sich beugen; — sie sind weniger entschieden. Ich werde später diese Untersuchungen bekannt machen, wenn sie vervollständigt sind. Durch den Blutlauf wirkt zwar, wie es von allen Giften erwiesen ist, auch das Strychnin auf das verlängerte und Rückenmark; aber auch nach Wegnahme des Herzens zeigen sich geringe, aber bestimmte Spuren seines Einflusses auf diese Nervenorgane. In eine Rückenwunde gebracht, traten bei einem enthaupteten Frosche ohne Herz doch noch Reizungssymptome ein. (Arnold a. a. O. p. 230.) Ob dies durch Durchdringung der Gewebe von dem Gifte, wie Arnold glaubt, herzuleiten, möchte ich sehr bezweifeln; wohl aber lässt es sich von der bei dem Frosche auch nach Entfernung des Herzens noch eine Zeit lang fortbestehenden Blutbewegung erklären *).

---

*) So wenig ich aus andern Gründen mich von vornherein mit der Ansicht befreunden konnte, dass das Blut noch ohne Herz fort-

Der Theil des Nervensystems, auf welchen das Strychnin einwirkt, ist nicht das Gehirn, auch nicht das ganze Rückenmark selbst, sondern lediglich das verlängerte Mark, bis zu der Stelle des Rückenmarks, an welcher die Nervenwurzeln für die vordern Extremitäten abgehen. Von dem verlängerten Marke aus wird die Wirkung dem übrigen Rückenmarke mitgetheilt. Nach Wegnahme aller Theile über dem verlängerten Marke treten dieselben Erscheinungen durch Strychnin ein, als ob diese Theile nicht entfernt wären. (Stannius a. a. O. p. 227. Arnold a. a. O. p. 201—204.) Ist durch einen einfachen Querschnitt das Rückenmark von dem verlängerten Mark getrennt, so

---

fliessen könne, so kann ich doch auf eine grosse Reihe von Untersuchungen über diesen Gegenstand gestützt, diese Ansicht nicht geradezu zurückweisen, wenigstens dann nicht, wenn vom Blutlaufe der Frösche die Rede ist. Es kommt vorerst darauf nicht an, ob wir dies Phänomen erklären und mit den übrigen Thatsachen in Verbindung setzen können, oder nicht; es kommt vielmehr auf die Feststellung desselben an, wie dies bei allen Naturerscheinungen das Erste sein muss. Sowohl an Froschlungen als an der Haut der Frösche beobachtet man nicht ganz selten nach ihrer Trennung vom Körper das Blut in den Gefässen strömen, zuweilen verstärkt werden, dann wieder still stehen. Man sieht die Ströme nach verschiedenen Richtungen laufen, so dass sie fortgesetzt ein Kreuz bilden würden, was also nicht etwa von der abhängigen Lage des Gläschens auf dem Tischchen herrühren kann. Auch nicht der angewandte Druck ist Ursache, denn sowohl ohne als mit Bedeckung des Gegenstandes durch ein zweites Gläschen wird dasselbe beobachtet. Der Strom ist etwa nicht stets, wie J. Müller (Phys. I. 4te Ausg. p. 177.) annimmt, von den kleinen Gefässen nach grössern Stämmen, obwohl auch dieses vorkommt, sondern auch von diesen zu jenen. Dass nicht etwa das täuschende Flimmern bei zu heller Betrachtung Ursache ist, bedarf nicht der Erwähnung.

Allmählich lässt das Laufen nach und verschwindet endlich ganz. Fast niemals dauert es länger als eine halbe Stunde. Ich beobachtete es bei den genannten Froschtheilen, an den Kiemen der Froschlarven, nicht an andern Organen des Frosches, nicht bis jetzt am *Mesenterium* von Säugethieren.

Ich glaube nicht, dass die Ursache der Bewegung im Blute liegt, vielmehr bin ich der Ansicht, dass die Gefässe sich noch eine Zeit lang nach dem Tode ähnlich den Muskeln contrahiren. Doch mag die Erklärung sein, welche sie wolle, das glaube ich versichern zu können, dass die Thatsache richtig ist.

Vgl. auch C. H. Schultz Cirk. des Blutes. Stuttg. u. Tüb. 1836.

bleibt die Wirkung auf das unter dem Schnitte liegende Rückenmark und auf alle die von daher versorgten Körpertheile aus. (Arnold p. 213 fg.) Das verlängerte Mark braucht hingegen nur durch diese Hälfte mit dem übrigen Rückenmark zu communiciren, so theilt sich die Vergiftung durch diese Hälfte dem übrigen Rückenmarke mit, weil nämlich die Zustände der beiden Rückenmarkshälften leicht auf einander übergehen. Nach Stannius treten auch unter der Durchschnittsstelle Wirkungen, jedoch geringere ein.

Wird hingegen das verlängerte Mark von seinem Anfange bis zum Ursprunge der Nerven für die vordern Extremitaten ganz hinweggenommen, so ist keine Gabe des Giftes im Stande, die geringste Wirkung hervorzubringen. (Arnold p. 210.) Hingegen ist eine Hälfte des verlängerten Marks zur Aufnahme schon hinlänglich, nur sind die Erscheinungen weniger lebhaft. (p. 210.) Selbst kleinere durch Querschnitte erhaltene Stücke des Marks in der eben angegebenen Ausdehnung sind empfänglich.

Die Frage, auf welchem Wege die Wirkung des Strychnin von seiner Quelle aus sich weiter verbreite, ist nun vorzugsweise durch v. Deen's Versuche erhellt worden. — Man muss, um eine klare Einsicht zu erhalten, die spontane und die durch äussere Reizung hervorgerufene Wirkung trennen. Der Frosch bekömmt ohne sichtliche äussere Einwirkung Krämpfe. Es ist möglich, dass der innere Vorgang, durch den diese enstehen, derselbe ist, als der, durch welchen nach eingetretner Ruhe der leiseste äussere Reiz Reaction veranlasst. Da jedoch der sichere Beweis nicht leichter gegeben werden kann, so trennen wir beide Entstehungsarten der Krämpfe.

Die im verlängerten Marke eingetretene Strychnin-Vergiftung bedarf, um sich dem übrigen Theil des Rückenmarks mitzutheilen, der vordern Stränge. Werden nämlich die vordern Stränge (in der Gegend des dritten Wirbels) allein durchgeschnitten, die hintern nicht, so entsteht in

den unter dem Schnitte gelegenen Theilen spontan kein Tetanus (v. Deen Vers. 1.) Die Ursache liegt nicht darin, dass die Werkzeuge der Bewegung etwa fehlten, denn es entsteht, wie man weiss, sogenannte Reflexbewegung in den Hinterbeinen nach deren Reizung.

Auch wenn tetanische Bewegungen durch äussere Reize hervorgebracht werden sollen, also vermittelst der Empfindungswurzeln, so muss der Eindruck, auf diese von aussen gemacht, erst bis zu dem Vergiftungsheerde geleitet sein, ehe eine Folge entsteht. Daher kommt es, dass wenn man bei einem vergifteten Frosche, dem die Vorderstränge an einer Stelle des Rückenmarkes durchschnitten sind, die Hinterpfote reizt, zwar im Hinterkörper Reflexbewegung eintritt, jedoch nicht auch wie im Vorderkörper Tetanus. (Vers. 1.) Sobald nur auf irgend eine Weise ein Reiz von der Peripherie bis zum verlängerten Mark gelangen kann, bleibt die Wirkung nicht aus. Unterhält nur ein halber hinterer Strang die Communikation zwischen Vorder- und Hinterkörper, (Vers. 2.) so zeigt sich die grosse durch Strychnin veranlasste Reizbarkeit in dem Körpertheile vor dem Schnitte durch Reizung irgend eines Hinterbeins. Stehen z. B. die Nerven des rechten Hinterbeins mit dem verlängerten Marke in grader Linie gar nicht in Verbindung, weil rechter Hinter- und Vorderstrang durchschnitten sind, so wird der Eindruck wegen der Communikation der Gefühlsfasern beider Hälften (s. u. p. 154) auf das linke Rückenmark übergetragen und auf diese Weise gelangt er zum verlängerten Marke. Von hier aus entstehen die Strychninerscheinungen durch den vordern Strang, also gar nicht mehr unter der Durchschnittsstelle des Rückenmarks, wenn auch der linke Vorderstrang durchschnitten ist. v. Deen hat seine Versuche mannigfach modifizirt. Als Beispiel diene folgender: (Vers. 7.) Einem Frosche sind alle Bewegungswurzeln der Hinterpfote durchgeschnitten, auch die vorderen Stränge am dritten Wirbel, oder selbst ein Theil

derselben ganz weggenommen, ohne die graue Substanz (Vers. 10) und dazu noch ein hinterer Strang. Auf der einen Seite hängt also der Hinterkörper mit dem verlängerten Marke in gerader Linie durch das Rückenmark nicht zusammen, nur durch die seitliche Communikation. Diese bewirkt es, dass Reizung der Hinterpfote, welche dem quer getrennten Rückenmarke angehört, doch im Vorderkörper *Tetanus* erregt. (Vers. 12.) Dass aber die Wirkung ausbleibt, wenn die hintern Wurzeln abgeschnitten sind, die Aufnahme des Eindrucks unmöglich wird, versteht sich von selbst (Vers. 9.)

Da durch die Bewegungsfasern, wie oben erwähnt wurde, die Veränderung des verlängerten Marks in Folge der Strychnin-Wirkung auf den übrigen Theil des Rückenmarks übergetragen wird und die genannten Fasern zum grössten Theile in der untern (vordern) Rückenmarkshälfte zusammenliegen, so bringt eine Vergiftung nach Durchschneidung der Hinterstränge spontan *Tetanus* im ganzen Körper hervor, nur hinten minder heftig. (Vers. 13.) Da die Bewegungsfasern wahrscheinlich sich nicht im Rückenmarke selbst seitlich kreuzen, vielmehr von hinten bis nach vorn auf derselben Seite bleiben, so folgt, dass nach Durchschneidung eines Vorstranges der *Tetanus* nicht unter der Durchschnittsstelle entsteht (Vers. 14.), während die Uebertragung eines äussern Eindrucks von einer Seite auf die andre möglich ist, weil der Verlauf der Gefühlsfasern von dem der Bewegungsfasern verschieden ist.

Ich erwähne keine von denen Versuchen van Deen's mehr, welche den Beweis in verschiedener Modification liefern, dass die Wirkung des Giftes, das einmal die *Medulla oblongata* ergriffen hat, stets vorzugsweise sich durch den vordern Strang, d. h. die Bewegungsfasern, fortpflanzt, dass aber die Veränderung im verlängerten Marke durch die hintern Stränge angeregt wird. Aber das kann ich aus eigner Erfahrung hinzu setzen, dass

niemals nach Durchschneidung der Hinterstränge die tetanischen Krämpfe in dem Grade sich zeigen, als ob diese unverletzt wären. Dies beweist jeder Versuch. Weil eben der Hinterstrang nicht ganz der Bewegungsfasern entbehrt, wird dieses Phänomen erklärlich. Ebenso zeigen sich zuweilen auch nach Durchschneidung der Vorderstränge Spuren von *Tetanus.*

Bemerkenswerth zum Beweis, dass Gefühlsnerven auch im Vorderstrange liegen, scheint mir noch der Versuch 30. Ausser einigen Marklagen der vordern Hälfte ist das ganze Rückenmark quer durchschnitten. Nach einiger Zeit strengt sich dennoch der Frosch an, um willkührliche Bewegungen zu machen. Wie ist es möglich, dass Bewegungen der Art entstehen, ohne dass in den Gefühlsnerven eine Veränderung vorherging, die als nothwendige Folge des unbequemen Zustandes, in dem sich der Frosch befindet, zu betrachten wäre?

So weit einstweilen von den Versuchen van Deen's, von denen andere später noch zu erwähnen sind. — Man sieht, dass auch durch sie der Beweis durchaus nicht zu führen, dass die vordere Hälfte des Rückenmarks allein motorisch wirke, die hintre blos sensibel sei.

Nach Stilling's Untersuchungen, (Fragmente zur Lehre von der Verrichtung des Nervensystems, in: Archiv f. physiol. Heilkunde von Roser und Wunderlich. Stuttg. und Wien. 1842. p. 107.) soll von der Stelle, an welcher durch einen grauen Streifen die Gränze zwischen sogenannten Seitensträngen und Hinterstrang bezeichnet ist und an welcher bekanntlich die Nervenwurzeln ein- und resp. austreten, die Empfindung beginnen, was jenseits dieser Stelle liege, sei ganz empfindungslos. Der graue Streifen ist, wie Stilling mit Recht bemerkt, nur die Fortsetzung der centralen grauen Substanz. Rolando

hat in seinen Untersuchungen über die Structur des Gehirns diese Schicht der grauen Substanz die gelatinöse genannt und Remak in derselben eigenthümliche abgeplattete Kernkörperchen gefunden, die von Henle (Sömmerings Anatomie VI, 677.) für Zellenkerne der in dieser Stelle eindringenden *Arachnoidea* und *Pia mater* gehalten werden.

Stilling fand diese Stelle als diejenige, welche am meisten schmerzhaft sei und an welcher das Thier auch dann noch Gefühlsreaction äussere, wenn durch längere Einwirkung der atmosphärischen Luft die Empfindlichkeit des übrigen Theils der Hinterfläche schon eine bedeutende Abnahme erlitten habe. »In diesem Zustande«, sagt er, »wird man niemals den grauen Grenzstreifen anstechen können, ohne die lebhaftesten Schmerzen dadurch hervorzurufen. Er verliert die Empfindlichkeit am spätesten.«

Es ist in der That der Unterschied in der Gefühlsreaction an der Eintrittsstelle der Gefühlsnerven und der sogleich daneben liegenden höchst auffallend. Ich habe Gelegenheit gehabt, mich ebenfalls zum Oeftern davon zu überzeugen; und niemals wird diese Erscheinung klarer, als dann, wenn, wie Stilling bemerkt, die Reizbarkeit schon sehr nachgelassen hat. Dieses Aufhören tritt oft überraschend schnell ein. Man staunt über die Veränderung. Kurz vorher sieht man noch die heftigsten Gegenwirkungen und nach wenigen Minuten ist jede verschwunden. In diesen Fällen ist die Eintrittsstelle der Gefühlsnerven allerdings diejenige, welche am ehesten und meisten Reaction hervorruft. — Ich wage es aber nicht sogleich mit Gewissheit zu entscheiden, ob es gerade die graue Substanz ist, welche diese Verschiedenheit bedingt, oder ob es die Gefühlsnerven selbst sind, welche nach demselben Verhältnisse, in welchem sie sich von dem Rückenmarke entfernen, an Fähigkeit, Gefühlsreaction zu erzeugen, zunehmen. Dieselbe Erscheinung nämlich, welche

wir als den motorischen Nerven eigenthümlich erkannt haben, scheint auch in den sensiblen vorzukommen. Je näher ein motorischer Nerve dem Organe, dem er zugehört, rückt, den Muskeln, je mehr er sich in denselben verbreitet, desto stärker wächst seine Bewegung erregende Kraft, so dass alle die feinen Aestchen zusammen genommen ungleich mehr Kraft entwickeln, als der Stamm, dessen Theile sie sind. Ein Gefühlsnerve in seiner Verbreitung in der Haut bringt gereizt ungleich stärkeren Schmerz hervor, als ein grösserer Stamm desselben Nerven. Dieses Phänomen wird, um nur ein Beispiel zu erwähnen, sehr bestimmt beim *N. vagus* erkannt. Reizt man einem Hunde, dem der Magen und der *N. vagus* blosgelegt wurden, beide Theile hinter einander, mag man nun an demselben oder an verschiedenen Thieren zuerst den Magen, dann den *N. vagus* oder zuerst diesen, dann den Magen reizen, so fällt der bedeutende Unterschied sogleich in die Augen. Die Reaction, durch Magenreizung veranlasst, ist ungleich energischer, hält viel länger an, als die durch Reizung des *Vagus,* obwohl eine leise Berührung dieses Nerven bei sehr vielen Hunden schon genügt, plötzlich abwendende Bewegungen zu machen, zu heulen, zu scharren etc. Aber bei demselben Thier bringt dieselbe Reizung auf den Magen applicirt Reactionen hervor, dass man glauben sollte, das Thier wäre wüthend, mit der grössten Anstrengung will es sich seiner Fesseln entledigen, sucht es auf alle Weise der feindlichen Einwirkung zu entgehen und es ist oft nicht möglich, den Hund in der Lage zu erhalten, die er früher einnahm.

Ich habe diese Beispiele angeführt, um zu beweisen, dass aus der von Stilling angeführten Thatsache, nicht mit Bestimmtheit hervorgeht, dass die graue Substanz selbst, die an dieser Stelle liegt, die empfindlichste sei. — Zu derselben Zeit, in welcher sich das Rückenmark selbst nicht mehr empfindlich zeigt, fehlt aber durchaus

nicht das Gefühl in den entferntesten Nerven. So z. B. ist der *Ischiadicus* noch sehr empfindlich, wenn Reizung des blosgelegten untersten Lendenmarkes wenig oder keine Reaction hervorruft. Was also an der Austrittsstelle bemerkt wird, das kann auch im weitern Verlaufe beobachtet werden, wie man sich aufs Bestimmteste überzeugt, wenn man den erwähnten Versuch wiederholt. Ich habe sogar eine auffallend deutlichere Reaction an dem *Ischiadicus* selbst, als an dem Austritte der hinteren Wurzeln am untersten Lendenmarke gesehen, — in Fällen, in welchen die Reizbarkeit des Rückenmarks durch längeres Offenliegen abgestumpft war.

Hingegen folgt aus diesen Angaben das nicht, dass durch die graue Substanz das Vermögen, zu fühlen, den Gefühlsfasern nicht mitgetheilt werden könne. Denn es können sehr wohl gewisse Organe andere Theile zu bestimmten Verrichtungen befähigen, ohne sie selbst zu besitzen. Theilt ja doch erst der motorische Nerv den Muskelfasern die Eigenschaft mit, von der ihnen eigenthümlichen Contractionskraft Gebrauch zu machen, ohne dass er selbst sich bewegt. Und so wäre es auch möglich, dass die Gefühlsnerven nur dadurch fühlen, dass sie mit der grauen Substanz zusammen hängen. Diese letztere Ansicht haben auch van Deen und Stilling. Wir werden später darauf zurück kommen.

Ob zur Hinterfläche der Seitenstränge gar keine Gefühlsnerven mehr gelangen, will ich nicht mit Bestimmtheit behaupten. Wohl aber möchte sowohl aus anatomischen als physiologischen Beobachtungen hervorgehen, dass nur in ausserordentlich geringer Anzahl solche Fasern sich in diesen Strängen finden. Soweit es nämlich möglich ist, mit einiger Gewissheit den Faserverlauf der eintretenden Gefühlswurzeln zu verfolgen, so erkennt man, dass einige Fasern gerade in die Höhe streifen und zwar in verschiedener Dicke des Rückenmarks; andere

hingegen gehen sogleich in die Tiefe, d. h. gegen die vordere Hälfte hin, noch andere laufen quer über und scheinen bis zur andern Rückenmarkshälfte zu gelangen. Ich werde zu beweisen versuchen, dass auch physiologische Experimente diesen Faservenlauf, den das freie Auge schon zeigt, bestätigen. Hingegen kann man nicht sehen, dass Fasern zu den Seitensträngen verlaufen.

Soweit meine Beobachtungen reichen, bemerkte ich ebenfalls, wie Stilling, einen gänzlichen Mangel an Gefühlsreaction, wenn ich diese Stränge berührte. Ich will freilich aus diesem blos negativem Resultate nicht eine vollkommene Ausschliessung der Gefühlsfasern folgern.

Hingegen kann ich versichern, dass in der Tiefe der Seitenstränge zuweilen sehr bestimmt und deutlich Gefühlsreaction eintritt. Ich habe dies mehrmals bei Thieren sogar beobachtet, denen die Mittelstränge vorn und hinten vollständig durchschnitten waren und bei denen das vordere und hintere Rückenmark nur durch die Seitenstränge communicirte. Ohne Zweifel verbreiten sich die nach der vorderen Hälfte streifenden Fasern der Gefühlswurzeln auch in die Seitenstränge und versorgen die oberste Schicht am wenigsten.

Wir wenden uns zunächst einer andern Frage zu. Bleiben die Gefühlsfasern einer Seite nur auf dieser oder communiciren die von beiden Seiten zusammen? Ich habe über diesen Gegenstand bereits früher Versuche angestellt, doch nicht in hinlänglicher Anzahl um das Resultat über allen Zweifel zu erheben. Schon in den »Berichtigungen und Zusätzen« zum ersten Hefte versprach ich, neue Versuche hierüber anzustellen. Das ist seitdem geschehen. Ich theile das Beobachtete mit.

Einer jungen Katze wurde in der Gegend des neunten Brustwirbels von hinten das Rückgrath mit einer scharfen Zange geöffnet; während der Operation wurde

das Thier stark nach vorn herunter gebeugt. Das Rückenmark lag mit seinen Häuten unverletzt da. Das freigelassene Thier machte alle Bewegungen ohne eine wahrnehmbare Behinderung. — Ich stach sodann mit einem schmalen spitzen Messer die *Dura mater* an, wobei sehr unbedeutende Gefühlsreactionen sich zeigten. In die kleine Oeffnung wurde das Blatt einer feinen Scheere eingesetzt, um sie gehörig zu vergrössern. Heftig schrie das Thier, sobald Luft an das übrigens ganz unverletzte Rückenmark drang. Mit einem spitzen schmalen Messer stach ich hierauf etwa drei Linien von der Mittelfurche entfernt in die rechte Hälfte des Rückenmarks ein, während das Thier ganz festgehalten war. Wie gewöhnlich trat die heftigste Gefühlsreaction schon bei der leisesten Berührung ein und steigerte sich im ausgedehntesten Grade, solange durch den Schnitt die hintere Fläche betheiligt war. — Das freigelassene Thier fiel erschöpft um und blieb eine Weile liegen. Nach einiger Zeit machte es Versuche zum Aufstehen. Die Bewegung war auf beiden Seiten zwar stark affizirt, doch in ungleich höherem Grade rechts, als links. Das Thier fiel beständig auf die rechte Seite um, rollte sich zuweilen ganz und gar. — Hinsichtlich der Reaction auf schmerzerregende Stoffe hingegen konnte ich gar keinen Unterschied bemerken. Beide Hinterbeine wurden verschiedentlich gereizt, es entstanden abwehrende und Mitbewegungen im rechten, wie im linken Beine.

Ich durchschnitt hierauf genau bis zur Mittellinie den Rest durch. Sogleich nach der Operation wurde auf die Stärke des Gefühls geprüft. Ich legte die *N. ischiadici* beider Seiten blos, reizte den rechten durch Kneipen, es erschienen nur leise Spuren von Reaction, dann den linken, das Thier wüthete, die blose Berührung hatte die ausgebreitetste Reaction zur Folge gehabt. — Ich wartete eine Zeit lang ab und wiederholte denselben Versuch bei demselben Thiere. — Nun war eine bedeutende Verän-

derung eingetreten. Die Gefühlsreaction auf der rechten Seite stand zwar immer der auf der linken bedeutend nach, aber jene war doch auch so ausgezeichnet, dass ich sogleich einer früher (Heft I, p. 12. Nr. 3.) ausgegesprochenen Behauptung entsagte, der nämlich, dass die Empfindungsfasern der ganzen Länge des Rückenmarks nach auf derselben Seite bleiben sollen.

Bei einer andern jungen Katze eröffnete ich die Bauchhöhle, brach den Rückgrath in der Gegend des zweiten Lendenwirbels von vorn auf und durchschnitt die linke Hälfte des Lendenmarks. Hierauf wurde der *N. ischiadicus* auf beiden Seiten blosgelegt. Reizung des rechten brachte die vehementeste Reaction hervor, die des linken kaum eine Spur. Dasselbe Verhalten sah ich an der Haut der Hintertatzen. Ein sehr starkes Kneipen war links erforderlich, um abwehrende Bewegungen zu erzeugen; rechts erfolgte sogleich das kläglichste Geschrei nach derselben Einwirkung.

Ich wiederholte den eben erzählten Versuch noch an mehreren andern Thieren und fand bei den allermeisten, dass die Gefühlsreaction auf der Seite, auf welcher die Durchschneidung des Rückenmarks geschehen, geringer als auf der andern, aber doch nicht aufgehoben war. Bei dem einen Thier war die Erscheinung deutlicher, bei dem andern dunkler, — und es kamen mir Thiere vor, bei welchen spurlos jedes Reactionsvermögen in der verletzten Seite erloschen schien.

Ich legte einer Katze beide *N. ischiadici* blos, entfernte hierauf die hintere Schädeldecke und die Bogen der obern Halswirbel. Die Blutung wurde durch Auflegen von Schwamm gestillt. — Ich durchschnitt unter den heftigsten Gefühlsreactionen genau die rechte Hälfte des verlängerten Marks ganz und gar. Wie gewöhnlich bewegte sich das Thier stark nach der unverletzten Seite hin. Ich liess sogleich nach verrichteter Operation mit einer Nadel

erst in den rechten *N. ischiadicus* stechen. Es erfolgten deutliche Reactionen, dieselbe Reizungsart wurde am linken *N. ischiadicus* angewandt; es traten ungleich heftigere Erscheinungen ein. Bald nachher starb das Thier.

Wir sehen also durchgängig dasselbe Phänomen und wir können daher den Schluss ziehen:

Gefühlsfasern der einen Seite streifen, wenn auch in relativ geringer Menge, in die andere Seite des Rückenmarks über.

Hierdurch wird es möglich, dass Gefühlsreactionen in der einen Körperhälfte entstehen können, wenn auf die andere irgend ein Eindruck einwirkte. Ich brauche die grossen Vortheile, welche durch diese Einrichtung erwachsen, nicht zu erwähnen; sie ergeben sich zu leicht von selbst.

Der letzte Versuch scheint auch dafür zu sprechen, dass die Gefühlsfasern bis zur Höhe des verlängerten Marks aufwärts steigen, was schon deshalb höchst wahrscheinlich ist, weil die Bewegungsfasern diesen Punct erreichen und weil es allen Beobachtungen nach immer gewisser wird, dass beide Faserreihen von allen Organen neben einander liegen. Unzertrennlich scheinen beide an einander gekettet. Auch die Versuche von v. Deen und Arnold weisen auf dasselbe Factum hin. Da man erstens weiss, dass die Eindrücke von aussen nur durch die Gefühls-, nicht durch die motorischen Nerven aufgenommen werden, da es zweitens erwiesen ist, dass an jeder Stelle des Rückenmarks, das gar nicht mehr in Verbindung mit dem verlängerten Mark steht, Bewegung nach Reizung eines Gefühlsnerven eintreten kann, so folgt, dass das verlängerte Mark nicht einzige Bedingung dieses Ueberganges sein kann. Das Strychnin wirkt nach bestimmten Versuchen nur auf die *Medulla oblongata.* Die eigenthümliche, durch das Mittel entstandene Veränderung, welche sich durch erhöhte Reizbarkeit zu erkennen giebt,

kann, wenn sie aufhörte, von Neuem entstehen durch neue Reizung. Diese Reizung wird von Nerven des äussersten Körperendes erregt, ohne dass die in der nächsten Nähe der *Medulla oblongata* entspringenden irgendwie insultirt wurden. Diese Nerven sind Gefühlsnerven, wie aus andern bekannten Thatsachen und aus v. Deens speziellen Versuchen hervorgeht. Die Veränderung in den hintersten Nerven muss also bis zur *Medulla oblongata* fortschreiten. Die Gefühlsnerven müssen sich nothwendig bis dahin erstrecken.

So wird denn auch das Gefühl des ganzen Körpers im verlängerten Marke repräsentirt, wie es mit den Bewegungsfasern der Fall ist.

Das aus obigen Versuchen gewonnene Resultat ist nur eine Bestätigung dessen, was v. Deen aus den seinigen schloss. (Vgl. dessen Schrift: *Nadere Ontdekkingen over de Eigenschappen van het Ruggemerg. Leid.* 1839.) Reizte z. B. v. Deen die eine hintere Extremität eines Frosches, dem er in der Gegend des dritten Wirbels auf derselben Seite die Rückenmarkshälfte durchschnitten hatte, so erfolgten Bewegungen, der reizenden Einwirkung auszuweichen, und Ausstrecken der Vorderpfoten und Zukkungen der Augen. — Auch Hertwig hatte früher Aehnliches beobachtet. (Heckers Annalen. 1826.) — Vgl. auch Arnold a. a. O.

§. 9.

Im verlängerten Marke selbst zeigt sich die Gefühlsreaction nach Reizungen nicht in gleichem Grade stark. Bei Thieren nämlich, welche noch lange genug leben, um zu Versuchen über die Thätigkeit des verlängerten Marks benutzt werden zu können, habe ich nicht sowohl gegen die Mittelfurche *(fissura posterior medullae oblongatae)* hin, als mehr nach aussen die stärkste Gefühls-

reaction wahrgenommen. Bei einigen Thieren habe ich diesen Unterschied sehr bestimmt gesehen. Kaninchen ertragen unter den zu Experimenten gewöhnlich benutzten Säugethieren am längsten die Bloslegung des verlängerten Markes. Als ich bei einem diese Operation verrichtet hatte und der Mittellinie nahe reizte, war die Reaction zwar sehr bedeutend, doch bei weitem nicht in dem Grade, als nach Reizung des mehr nach aussen gelegenen Theils.

Vielleicht möchte die Ursache darin liegen, dass, (soviel man aus der Ansicht des Fasernverlaufes schliessen darf) die im Rückenmarke die vordere Hälfte bildenden Fasern im verlängerten Marke mehr nach innen hin gedrängt erschienen, so dass der in der Mitte liegende Pyramidenstrang mit seinen Ausbreitungen mehr die vorderen als hinteren Fasern repräsentirt.

Die Brücke, als die hauptsächlichste Fortsetzung der Markmassen des Rückenmarks, ruft einen hohen Grad von Gefühlsreaction nach Reizungen hervor. Bei Kaninchen kann man mit ziemlich grosser Leichtigkeit an dieselbe gelangen. Entfernt man die hinteren Lappen der Hemisphären des grossen Gehirns, so erblickt man sogleich die Vierhügel. Man kann von hier aus zu dem *Aquaductus Sylvii* und dem *Pons* gelangen. Reizung der Brücke ist oft mit sehr bedeutenden Reactionen verbunden, doch, wie mir schien, nicht in dem Grade, als die in einiger Entfernung von der Mittellinie liegenden Theile des verlängerten Markes.

Magendie hat über diesen Gegenstand häufige Versuche angestellt. Er bemerkte, dass schon, sobald er den *Pons* mit dem Schwamme berührte, eine heftige convulsivische Bewegung entstand, während das Thier ganz unbeweglich blieb, wenn er die Hirnlappen drückte.

Als Magendie die Sonde in den *Aquaeductus Sylvii* führte, gaben die Thiere, obgleich die Sonde zwei Linien tief eingedrungen war, doch kein Zeichen von Empfind-

lichkeit von sich. Aus diesem Versuche folgert Magendie, dass der centrale Theil des *Pons* unempfindlich sei.

Der centrale Theil der Brücke ist es vorzüglich, welcher die Ausbreitungen der Pyramiden zu enthalten scheint und in ihm findet sich vorzugsweise graue Masse. Ob die graue Masse, welche an Ganglienkörpern reich ist, dazu beiträgt, die Empfindlichkeit der Fasern, welche sie umschliesst, zu vermindern, hat Manches für sich. Freilich spricht auch Anderes dagegen, wir werden unten darauf zurückkommen.

Der Verlauf der Gefühlsfasern in der Brücke ist also vorzüglich nach dem obern und äussern Theile derselben gerichtet, eine geringere Anzahl findet sich davon in dem innern und untern Theile.

Wir wenden uns zu dem zweiten Ausstrahlungspuncte der Fasern des verlängerten Marks, dem kleinen Gehirne. In viel reicherem Maasse finden wir hier die graue Substanz, als in der Brücke. Jede Markschicht ist von ihr umlagert.

Um das Dasein der Gefühlsreaction in diesem Gehirntheile zu erfahren, habe ich meine Versuche in sehr zahlreicher Menge angestellt. Vorzüglich waren es Katzen und Kaninchen, die ich dazu gebrauchte. Die gewonnenen Resultate sind folgende:

1) Die oberen Schichten des kleinen Gehirns zeigten nicht bei einem einzigen Thiere Gefühlsreaction, man mochte einen Reiz anwenden, welchen man wollte.

2) Die tiefern Schichten hingegen zeigten aufs Bestimmteste nach Reizungen Gefühlsreaction, doch in unvergleichlich geringerem Grade, als dieselbe sich nach denselben Einflüssen auf das verlängerte Mark erweist.

Nach Wegnahme der obersten Schichten des kleinen Gehirns reizte ich bei Kaninchen die nun blosliegende Stelle. Ich beobachtete namentlich bei weissen, dass sie hienach wegspringen wollten, selbst laut schrieen. Ganz Aehnliches sah ich bei Katzen, sie wandten sich um, wollten sich befreien, kratzen. Man findet übrigens auch Thiere genug, bei denen gar keine Reaction sichtbar wird. Das Thier rührt sich nicht, man mag die Sonde überall herumführen. Nichts desto weniger ist unser eben ausgesprochenes Resultat richtig, es beruht auf oft wiederholten positiven Thatsachen.

Man hat wohl einigen Grund zu vermuthen, dass die Gefühlsfasern, deren Dasein experimentell nachgewiesen werden kann, den Bewegungsfasern im kleinen Gehirn entsprechen, die bekanntlich vielen Unterleibsorganen angehören. Denn es ist nicht wohl denkbar, dass hier in einem Organe die Bewegungsfasern allein liegen; es ist höchst wahrscheinlich, dass ähnlich, wie im Rückenmarke auch hier die beiden Faserreihen sich begegnen.

Bei den verschiedenen Thieren beginnt die Gefühlsreaction nicht in gleicher Höhe. Ich bemerkte hier einen Unterschied, der mir auffiel. Bei Kaninchen kam ich in der Regel viel eher auf die empfindlichen Schichten, als bei Katzen; bei letzteren konnte ich dickere Lagen wegnehmen, als bei jenen. Wenn nun die Annahme Etwas für sich hat, dass da Gefühlsnerven liegen, wo auch Bewegungsfasern verlaufen, so könnte, wie mir scheint, nur eine doppelte Folgerung hieraus gezogen werden. Entweder nämlich findet eine Trennung der Fasern statt, so dass z. B. oben blos oder doch hauptsächlich Bewegungsfasern, unten vorzugsweise Gefühlsfasern liegen. Wenn dies der Fall ist, so muss constante oberflächliche Reizung eine stärkere Wirkung hervorbringen, als tiefe.

Nun ist es zwar richtig, dass häufig schon eine oberflächliche Reizung Bewegung der Hoden veranlasste; wenn ich aber alle die Bewegungen von Unterleibsorganen zusammenstelle, welche ihre Fasern zum kleinen Gehirne senden, so finde ich, dass sich viel häufiger nach tiefen als nach oberflächlichen Reizungen Wirkung zeigte. Die Blase zieht sich z. B. nur bei tieferm Einstechen zusammen, ebenso die Tuben, meistens auch der Mastdarm, wenn dies auch nicht ganz durchgehends ist. Man kann wohl im Allgemeinen annehmen, dass die im kleinen Gehirne liegenden motorischen Fasern zum grössern Theile den unteren, zum geringeren den oberen Theil einnehmen. — Da aber im oberen Theile ebenfalls Markfasern liegen, so muss deren Wirkung eine andere sein. Nun kennen wir aber auch die zweite Function, welche das kleine Gehirn hat, nämlich diejenige, welche sich auf die sogenannten willkührlichen Bewegungen bezieht. Ich habe die zu dieser Function gehörenden Fasern Hemmungsfasern genannt. Sie streichen zur Brücke. Es wäre folgerecht zu schliessen, dass diese Hemmungsfasern vorzugsweise (wenn auch nicht einzig) in dem oberen Theile des kleinen Gehirns ihren Sitz haben. Von diesen Fasern hängt die Leichtigkeit in dem Wechsel, in der Folge der Bewegungen ab. Das Spiel zwischen Vorstellungen und Bewegungen geht nothwendig um so rascher von statten, je vollkommener diese Fasern entwickelt sind. Der Entschluss muss eher zur That werden können. Man verlegt nicht mit Unrecht in das kleine Gehirn den Sitz des Willens, des Begehrungsvermögens. Diese Ansicht ward schon von Huschke angenommen, ehe man die Function des kleinen Gehirns kannte; neuerdings stellt sie Carus wieder auf.

Thiere, deren kleines Gehirn reich an Hemmungsfasern ist, werden, weil eben die Kraft zugegen, auch sie äussern, sie werden sich muthiger zeigen. — Die

Vorstellung, die jeder willkührlichen Handlung zum Grunde liegt, hat erst nach dem Verlauf einer gewissen Zeit die daraus resultirende Bewegung zur Folge. Mag auch die Zeit, welche zwischen beiden Nervenfunctionen, nämlich der Combination der Vorstellung und der Veranlassung zur Bewegung, noch so kurz sein, es lässt sich mit Sicherheit beweisen, dass eine solche Zeit nothwendig wird. Darin eben liegt der Beweis, dass nicht derselben Vorstellungsreihe, derselben Combination bei verschiedenen Menschen, ja bei denselben Menschen zu verschiedenen Zeiten die intendirte Bewegung folgt. Oft wird allerdings die Ursache dieser Erscheinung durch andere dazwischen tretende Vorstellungen bedingt, welche jene hindern; oft aber ist ohne Zweifel das verschiedene Gefühl einer leichteren oder minder leichteren Fähigkeit der Ausführung die wichtigste Bedingung zur raschen oder minder raschen Folge der Bewegungen auf Vorstellungen. Es giebt kein eklatanteres Beispiel, als das, was ich bereits schon im vorigen Hefte erwähnt habe, die Trunkenheit. Das erste Stadium der Trunkenheit bietet alle Erscheinungen eines gesteigerten Lebens im kleinen Gehirne dar. Diese Fülle von Kraft, dieser unbegränzte Muth, diese Furchtlosigkeit, — welche Symptome eben dem Weine so viele Gönner erworben haben, haben alle dieselbe Quelle in dem regen Leben des kleinen Gehirns. — Wo also die Werkzeuge zu der Bewegungs - Mechanik, die im kleinen Hirne ihren Sitz hat, vorübergehend oder bleibend reichlicher ausgestattet sind, da werden die Vorstellungen eine dahin bezügliche Richtung erhalten.

Wenn also unsere Muthmassung gegründet ist, so liessen sich die Jedem bekannten so durchaus verschiedenen Seeleneigenschaften der Katze und des Kaninchens erklären. Jene angreifend, wüthend, räuberisch, mordlustig, — dieses furchtsam, friedlich, ruhig; vielleicht

könnte man hinzufügen, unermüdlich. Denn die Bewegung ist das vorherrschende Element.

Es wäre wohl der Mühe werth, diesen Gegenstand weiter zu beachten. Manches Resultat möchte zu erwarten sein. Giebt es nicht auch Kaninchennaturen und Katzenseelen genug unter den Menschen? Vielleicht sind ein paar Fasern im kleinen Gehirne mehr oder minder die Ursache, dass der eine verspottet, der andere gehasst und gemieden wird!

Schreiten wir in unserer Untersuchung weiter fort.

Wir sprachen den unteren Schichten des kleinen Gehirns Gefühl zu, mit der Bemerkung, dass es gering sei und gar nicht im Verhältniss stehe zu dem des verlängerten und Rückenmarks. Nun findet sich aber eine Stelle im kleinen Gehirne, welche sich durch ihre grosse Empfindlichkeit charakterisirt. Jede Berührung bringt eine sehr sichtliche Reaction hervor. Es sind die sogenannten strickförmigen Körper, die *Crura medullae ad cerebellum.* Man vgl. Magendie Nervensystem, übers. von Krupp. p. 118. — Jeder wird sich mit mir die Frage vorlegen, wie mag sich eine so sonderbare Erscheinung erklären lassen. Man sieht deutlich, wie die Fasern dieser Theile ins kleine Gehirn hinstreifen; bei ihrem Eintritte sind sie in hohem Grade empfindlich, kaum haben sie das Organ erreicht, so sind sie plötzlich umgestaltet. Die Bedingung dieser Veränderung muss nothwendig im Bau des kleinen Gehirns liegen. Sollte es etwa die reichlich graue Masse sein, welche sie veranlasst?

Doch lassen wir erst Thatsachen soviel als möglich feststellen. Von den noch übrigen Gehirntheilen habe ich Vierhügel, Sehhügel, Streifenhügel und Grosshirnhemisphären genauer Beobachtung unterworfen, noch nicht das *Corp. callosum*, die *Pedunculi*, den *Fornix*, die Basaltheile.

Niemals hat sich die leiseste Spur von Gefühlsreaction

gezeigt, wenn die vordern beiden Dritttheile der Hemisphären des grossen Gehirns mit jeglicher Art von Reizmitteln gereizt wurde. Diese Beobachtung, welche schon von so vielen Forschern ohne Ausnahme bestätigt wurde, kann daher als eine ganz sichere betrachtet werden. Hingegen fand ich einige Mal bei Kaninchen, dass Reizung des hinteren Drittheils des grossen Gehirns, wenn auch geringe, doch bestimmte Zeichen von Gefühlsreaction veranlasste. Sehr stark sogar erschien dieselbe bei einem weissen Kaninchen und einer Katze. Bei letzterer schienen es weniger die oberen Schichten zu sein, durch welche Reaction hervorgerufen wurde, als nachdem ich etwa 2—3 Linien tief eingestochen hatte. Bei jenem wollte ich die Hemisphären ganz wegnehmen. Ich senkte ungefähr 1 Linie von dem Längenblutleiter entfernt das Messer oberflächlich in das blosgelegte Gehirn ein und schnitt von vorn nach hinten. So lange ich an den vorderen zwei Drittheilen also operirte, rührte sich das Thier nicht. Als ich hingegen an das hintere Drittheil gelangte, schrie das Thier fürchterlich, trat mit den Füssen und wollte sich losmachen. Ich hatte weder tiefer eingeschnitten, noch war irgend ein anderer Theil z. B. *Dura mater* getroffen worden. Eine wiederholte Reizung, nachdem das Thier wieder ruhig geworden, gab dasselbe Resultat. Ich muss daher annehmen, dass dieser Theil nicht ganz ohne Gefühlsnerven ist. Es ist bemerkenswerth, dass der Einfluss, welchen man mit Recht den Hemisphären des grossen Gehirns auf die Seeleneigenschaften zuschreibt, vorzugsweise sich auf die vordere zwei Drittheile beziehen lässt. Wegnahme des hinteren Drittheils hat bei weitem diesen *Stupor*, diese Schlafsucht nicht zur Folge. Nicht selten findet sich's, dass bei Kranken, bei denen nach dem Tode das hintere Drittheil des grossen Gehirns affizirt gefunden wurde, das Bewusstsein nicht im Geringsten affizirt war.

Die markige Brücke zwischen beiden Hemisphären *(Corpus callosum)*, auf welcher einige Längsfasern *(striae longitudinales)* — wahrscheinlich dem Herzen angehörig — verlaufen, die grösstentheils aber durch Fasern, die dem grossen Gehirne zukommen, gebildet ist, soll nach den Beobachtungen von Magendie (a. a. O. p. 119) und Valentin (Repertorium. 1841. p. 360) ganz empfindungslos sein. »Das Thier verhält sich nach letzterem Schriftsteller während der Operation so vollkommen ruhig, als ob Nichts vorginge. Nicht einmal eine Bewegung entsteht im Momente der Durchschneidung. Ebenso, bemerkt Valentin, theilen auch die durchsichtige Scheidewand, das Gewölbe, die vordere Commissur, diese Unempfindlichkeit. Nur wenn man das Instrument bis auf die Schädelbasis einstösst, erscheint bisweilen bedeutender, durch Schreien sich kundgebender Schmerz. Wahrscheinlich insultirt man dann einen oder beide gemeinschaftliche Augenmuskelnerven oder deren Nachbargebilde.«

Diese letztere Beobachtung habe ich ebenfalls gemacht, selbst an Stellen, an welchen nicht wohl die *N. oculomotorius* verletzt werden konnten.

Unter den wichtigen beiden Gehirnorganen, welche unter der Decke der Seitenhöhlen liegen, dem *Corpori striato* und *Thalamo nerv. opt.*, von denen jenes aussen vorwaltend von grauer Substanz umhüllt ist, innen viel weisse enthält, dieses hingegen aussen vorwaltend markig und innen mehr grau ist, findet ein beträchtlicher Unterschied hinsichtlich der Gefühlsreaction nach Reizungen statt. — Sehr häufig fehlt diese ganz, wenn der gestreifte Körper insultirt wird. Jedoch findet man auch Thiere, bei denen sich unzweideutig Reaction zeigt. Ich sah Kaninchen plötzlich aufspringen, mit den Hinterbeinen fortstossende Bewegungen machen etc. Ich kann daher nicht dem Ausspruche Magendies beipflichten, der diesen Theil ganz empfindungslos erklärt. Es verlaufen

auch in ihm Gefühlsnerven, doch entweder wenige oder solche, deren Function durch irgend eine Ursache gebrochen ist. Bemerkenswerth bleibt es, dass auch hier ähnlich wie am kleinen Gehirn die graue Belegungsmasse vorzugsweise nach aussen gelegt ist.

Bei dem Sehhügel ist es anders. Hier liegt die graue Substanz mehr im Innern. (Doch ist auch im Innern der Streifenhügel graue Masse in bedeutender Quantität). — Der Unterschied der Reactionen zwischen beiden Körpern ist bedeutend, ähnlich wie der zwischen verlängertem Marke und kleinem Gehirne. Bei keinem Thiere überzeugt man sich besser, als bei weissen Kaninchen. Man kann diesen Thieren, nachdem die Haut getrennt ist, die Schädeldecke entfernt ist, die Hemisphären, oft selbst die *Corp. striata* wegnehmen, und bemerkt keine oder geringe Reactionen. Sticht man aber in die Sehhügel, so springen sie gewöhnlich in grossen Sätzen auf, stürzen sich oft von einer bedeutenden Höhe herab, stossen einen durchdringend hellen Schrei wiederholt aus; will man sie halten, so stossen sie mit Gewalt mit ihren Füssen etc. Kurz es treten die bedeutendsten Reactionen ein, die ganz ohne Verhältniss zu denen stehen, welche einer Reizung der Streifenhügel folgen.

Was endlich die Vierhügel betrifft, so möchte ich sie hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit zwischen beide setzen. Oft beobachtete ich sehr starke Reaction, zuweilen beinahe gar keine. So gross ist der Einfluss der Individualität.

Alle die bisher angeführten Untersuchungen führen uns zu zwei Folgerungen, dass nämlich

1) in allen Theilen, welche Bewegungsfasern besitzen, auch Gefühlsnerven verlaufen.
2) in den Centralorganen, welche die Belegungsmasse an der Oberfläche haben, das

Gefühl sehr zurück zu treten scheint im Vergleich zu den Organen, in welchem die Markmasse die Belegungsmasse einhüllt. Doch bedarf dieser Satz noch weiterer Untersuchung.

Nur der grösste Theil der Hemisphären des grossen, der obere der Hemisphären des kleinen, scheinen ganz empfindungslos, alle übrigen Nervencentraltheile sind mit Gefühlsfasern versehen.

Ehe wir versuchen, den Einfluss der übrigen centralen Nervenmasse, welche weder zu den Gefühls- noch zu den Bewegungs-Fasern gehört, auf die ersteren kennen zu lernen, wird es erforderlich sein, in Kurzem den Grad des Gefühls in den peripherischen Theilen, soweit er durch Untersuchungen ermittelt werden konnte, zu bestimmen.

§. 10.

Wenn man die zelligen Ausbreitungen, welche als dünne Membranen die äussere und innere Körperfläche bedecken, *Epidermis* und *Epithelium*; ferner die über die Haut herauswachsenden Haare, Nägel, Klaue und Hufen; endlich die Excreta und Flüssigkeiten ausnimmt, so möchte es von den Körpertheilen, die nicht zum Centralnervensystem gehören, nicht leicht ein anderer geben, dem man (bei Wirbelthieren) Gefühl ganz und gar absprechen könnte. Aber eine bedeutende Verschiedenheit in einzelnen Organen wird bald auffallend. Diese Verschiedenheit ist doppelt. Sie besteht einmal in der geringern oder stärkern Reaction, sei es nun, dass diese länger anhält oder dass die Bewegungen in einer ausgedehnteren Reihe und in intensiverem Grade auftreten. Zweitens aber ist die Zeit, welche zwischen der äusseren Einwirkung und der darauf folgenden Reaction liegt, nicht gleich. Es giebt nämlich Organe, in welchen dem äusseren Eindrucke

die Wirkung so zu sagen auf dem Fusse folgt; beides fällt fast zusammen und vergeblich würden wir zwischen Ursache und Folge eine Zeitbestimmung auszumitteln bemüht sein. In andern Organen hingegen können wir mit der Uhr die dazwischen liegende Zeit gut bestimmen.

Beiderlei Verschiedenheiten treten zu stark auf, als dass der Beobachter nicht bald darauf aufmerksam würde.

Meine Untersuchungen über diesen Gegenstand erstrecken sich auf Säugethiere und Frösche.

Die Ursache, weshalb in einigen Theilen der Reizung nicht sogleich die Reaction folgt, kann nicht in der verminderten Empfänglichkeit der dahin gehörenden Nerven allein liegen. Denn wenn man einen solchen Theil auch recht heftig reizt, so entsteht doch nicht so rasch Reaction, als wenn man einen andern, nicht zu dieser Reihe zu zählenden, viel weniger reizt und ferner bleibt die Wirkung auch nach gelinden Reizungen der erst genannten Theile nicht aus. Durch eine geminderte Empfänglichkeit kann also allein diese Erscheinung nicht erklärt werden, obgleich auch diese das Ihrige dazu beitragen mag.

Die Organe, welche sich durch die eben genannte Eigenschaft auszeichnen, sind vorzugsweise die Unterleibsorgane. Von denen der Brust war es bei Säugethieren nicht zu erforschen; denn die Eröffnung dieser Höhle zieht so rasch den Tod nach sich, dass an eine sichre Beobachtung nicht gedacht werden kann; und in der kurzen Zeit des Lebens wird eine so grosse Unruhe durch das Bestreben, die Lunge auszudehnen im Gegensatze zum Widerstand der äusseren Luft, wahrgenommen, dass es nicht möglich ist, irgend ein Resultat zu erlangen.

Oeffnet man einem lebenden Säugethiere die Bauchhöhle, und bestreicht mit einem in concentrirter Aetzkalilösung getauchten Stäbchen irgend eine Stelle des Dünndarms, des Anfangs vom Dickdarm, der Leber, der beiden

Nieren, der Blase, der Tuben und Uterushörner, so erfolgt in der Regel nicht sogleich nach dem Bestreichen die Reaction, sondern es dauert von einer halben bis zu zwei bis drei Minuten, ehe jene eintritt. Ich sage, dass dies Regel sei, wie ich dies aus einer beträchtlichen Anzahl von Versuchen schliesse. Um hierüber zu einem sicheren Resultate zu gelangen, ist es durchaus erforderlich, nicht mit wenigen Experimenten sich zu begnügen. Denn mannigfaltig sind die Verschiedenheiten. Manchmal ist die Reaction so unbedeutend, dass sie sehr leicht übersehen wird und nicht selten scheint sie ganz und gar zu fehlen. In manchen Fällen folgt die Reaction sogleich nach der Einwirkung. In der grössten Anzahl von Versuchen jedoch, welche ich anstellte, beobachtete ich einen verschieden langdauernden Zeitraum zwischen der Veranlassung zur Reaction und dieser selbst. Wie mir schien, war es der Dünndarm, in welchem man am deutlichsten dies Phänomen beobachten konnte. Doch auch alle übrigen oben genannten Organe boten dieselbe Gelegenheit dar.

Hingegen muss der Magen der Organreihe beigezählt werden, nach deren Reizung sogleich Bewegung erfolgt, zu welcher Reihe man alle übrigen Körpertheile, welche zugänglich sind, rechnen kann. An dem Mastdarm und dem Ende des *Colon* habe ich häufig besonders bei Katzen ein sehr eigenthümliches Verhalten bemerkt. Es trat nämlich sogleich nach der Reizung Reaction ein, dann eine Pause, das Thier blieb ganz ruhig und dann fing es wieder an zu schreien, zu zittern etc.

Es können Zustände eintreten, durch welche Organe, welche zu der letztgenannten Klasse gehören, dem ersten ähnlich werden. Zu diesen Zuständen gehört erstens länger dauernde Reizung, zweitens abnehmende Lebenskraft. Reizt man z. B. längere Zeit hindurch den *N. vagus,* so nimmt nicht nur die Reaction überhaupt ab, sondern

tritt auch später ein und dasselbe beobachtet man *mutatis mutandis* bei allen Gefühlsnerven. — Wird ferner ein Thier schwächer, so sieht man ganz Aehnliches. So beobachtete ich z. B. bei einer Katze, dass nach Reizung des *N. ischiadicus* erst nach 1 bis 1½ Minuten die Reaction eintrat. — Auch in den Sinnesnerven werden ähnliche Erscheinungen beobachtet. Es ist eine sehr bekannte Erfahrung, dass, wenn man mit Nachdenken beschäftigt ist, Worte, welche ein Mensch in unserer Nähe spricht, zwar gehört, aber nicht begriffen werden und erst eine Weile nachher wissen wir, was gesagt wurde und geben daher viel zu spät Antwort. Dasselbe ist hinsichtlich des Gesichtssinnes der Fall.

In allen diesen Fällen wird unläugbar der Eindruck, welcher auf die Gefühls- und Sinnes-Nerven gemacht worden ist, langsamer fortgeleitet oder langsamer aufgenommen oder langsamer auf die Bewegungsfasern übergeführt. Beides ist einerlei. Denn wenn einmal das Seelenorgan Besitz genommen hat von einer Veränderung, die durch irgend eine Veranlassung in einem Nerven entstanden ist, dann giebt sich dieses Eigenwerden durch Bewegung kund. Wenn wir sehen, accomodiren wir das Auge, wenn wir das Object nicht erfassen, sind unsere Blicke ohne Richtung und Bestimmung.

Wir können den eben geschilderten Zustand passend eine verminderte Leitung in den Nerven nennen.

Ihr entgegen steht eine vermehrte Leitung. Wir sehen es bei enthaupteten Thieren, wir beobachten es bei vom Gehirne aus gelähmten Gliedern etc. Ein ungleich geringerer Reiz ist unter solchen Umständen schon hinlängliche Veranlassung, Bewegung zu erzeugen; die Bewegung folgt rascher der Reizung nach. Aus diesen Erscheinungen lässt sich unläugbar entnehmen, dass durch das Dasein des grossen Gehirns die Leitung geringer wird. Denn sonst wäre es unerklärlich, weshalb nach

seiner Entziehung die Leitungsfähigkeit zunehmen sollte. Im grossen Gehirne, sollte man also glauben, müsse das Princip zu suchen sein, durch welches der Thätigkeit der Gefühlsnerven entgegengewirkt, die Raschheit ihrer Leitung aufgehalten wird. Nichts desto weniger würde eine solche Annahme auf einer ganz unrichtigen Auffassung des Gegenstandes beruhen. Wir zogen nämlich die Folgerung, dass das Gehirn der Leitung in den Gefühlsnerven entgegen wirke, daraus, dass durch seine Entfernung Bewegungen nach Reizung dieser Nerven leichter eintreten. Die Bewegungen, die man beobachtet, gehören in die Klasse der willkührlichen. Man weiss, dass die sie veranlassenden Nervenfasern bis zur Höhe des verlängerten Markes und der Brücke gelangen, nicht im Rückenmarke an einzelnen Orten endigen. Man kann aber nur dann von einer vermehrten Leitung sprechen, wenn die Bahn, in welcher sich die in einem Nerven entstandene Veränderung von Theilchen zu Theilchen mittheilt, schneller durchlaufen ist, als gewöhnlich. Unmöglich aber ist es, dass bei schnellerer Leitung leichter eine Mittheilung an Nachbarnerven geschehen soll, als bei langsamerer. Man ist vielmehr grade dann, wenn nach äusserer Reizung eine Bewegung in den gereizten Theilen (d. h. also eine Mittheilung auf benachbarte Rückenmarksfasern) recht rasch erfolgt, anzunehmen berechtigt, dass irgend ein Hinderniss des natürlichen unendlich raschen Durcheilens einer Schwingung *(sit verbo venia)* in den Nerven vorhanden sei. Man kann also nur behaupten, dass durch Wegnahme des grossen Gehirns die die Fortleitung hemmende Ursache deutlicher und stärker wirkt.

Diese Gegenwirkung wird hervorgebracht durch die graue Substanz des Rückenmarkes; d. h. durch die Ganglienkugeln. Diese merkwürdigen Körper finden sich bekanntlich vorzugsweise in den verschiedensten Ausbreitungen des *N. sympathicus* und an dem Eintritte der

Gefühlswurzeln in das Rücken- und verlängerte Mark; vorzüglich häufig sind sie aber in allen centralen Theilen anzutreffen. Die sogenannte graue Masse und deren Modificationen in den Centraltheilen bestehen hauptsächlich aus diesen Ganglienkugeln. Im Gehirne liegen sie neben einer grauen körnigen Masse, welche vielleicht Pigmentstoff darstellt. Diese körnige Masse ist, wie mir scheint, überwiegend stark in allen den nicht zu den Grosshemisphären gehörenden grauen Schichten, so im kleinen Gehirn, im Sehhügel, Streifenkörper. Hingegen finde ich im Allgemeinen die Ganglienkugeln in den Hemisphären des grossen Gehirns reichlicher. Ob jene kleinere Körner Urbildungen von späteren Ganglienkugeln sind, möchte schwer bestimmbar sein. (Vgl. Purkinje in Müllers Archiv. 1838. CV. — Sömmerings Nervenlehre v. Valentin. p. 12. — Allg. Anatomie v. Henle. Leipz. 1841. p. 674.) Die Ganglienkugeln in den Centraltheilen sind im Ganzen durchaus nicht verschieden von denen im Verlaufe des *Sympathicus*. An beiden Nervenmassen findet man Hülle und Kern *); an beiden im Innern eine eigenthümliche Körpermasse: an beiden die bekannten Fortsätze, wie Schwänze auslaufend und Verschlingungen machend **). Der Unterschied liegt nur in der Grösse und in den Hüllen. Man findet häufig wenigstens viel grössere Ganglienkugeln in der peripherischen als den centralen Nervenparthieen, zweitens sind jene sorgfältiger mit Scheiden umgeben, als diese. Zuweilen findet sich eine ganze Schicht pflasterförmig neben einanderliegendes

---

*) Nicht in jeder Ganglienkugel konnte ich einen Kern selbst bei stärkster Vergrösserung auffinden.

**) Trotz vieler Untersuchungen möchte ich nicht wagen, mit Bestimmtheit über die Natur dieser Fortsätze mich auszusprechen. Am wenigsten sind sie für organische Fasern nach Remak zu halten, da sie in keiner Communikation mit den peripherischen Organen stehen. Sicher haben sie ähnliche Functionen, wie die Ganglienkugeln, zu deren Bestandtheilen sie gerechnet werden können.

Epithelium, dessen Blättchen die Ganglienkugeln gewöhnlich an Grösse übertreffen.

Während sich im Allgemeinen die peripherischen Ganglienkugeln und namentlich die des *Sympathicus* durch grösseren Umfang auszeichnen vor den centralen, kommen die Primitivfasern des *Sympathicus* den centralen darin nahe, dass sie meistens schmäler sind, als die der übrigen Nerven. Alles dies gilt jedoch nur hinsichtlich der grösseren Menge. Es finden sich auch hier viele Ausnahmen. Dass die Ganglienkugeln in dem Centrum mit der Peripherie gleiche Functionen haben, ist ohne Zweifel. Meiner Meinung nach ist es die, die Fortleitung in den Gefühlsnerven aufzuhalten; oder was dasselbe ist: die Empfänglichkeit eines Gefühlsnerven, durch gewisse Einflüsse verändert zu werden, steht im umgekehrten Verhältnisse zu der Menge von Ganglienkugeln, die er zu durchstreifen hat.

Es wird unten davon die Rede sein, dass jeder Gefühlsnerv in Beziehung zu dem Rückenmarke und zu dem Gehirne tritt und dass beide Centralorgane eine gegenseitige Einwirkung auf einander zeigen. Diese Einwirkung erscheint häufig als Gegensatz beider.

Jeder Gefühlsnerve würde bei der unendlichen Schnelligkeit der Thätigkeit, mit der er begabt ist, jeden Eindruck, d. i. jede in ihm hervorgerufene Veränderung sogleich bis zu dem Gehirne fortführen, ohne irgend eine Unterbrechung zu erfahren. Es wäre unmöglich, dass im Rückenmarke selbst irgend eine Wirkung von Gefühlsnerven auf Bewegungsnerven statt finden könne, wenn nicht ein solcher Apparat angebracht wäre, der einen Aufenthalt bewirkte. Denn der Faservérlauf im Rückenmarke ist, wenn auch auf Umwegen, d. h. in grösseren (oberflächlichen) oder kleineren (tieferen) Bogen doch immer nach oben gegen das Gehirn zu gerichtet. Von diesen Fasern streicht ein Theil,

wie die anatomische Untersuchung lehrt, in der That nach oben, ohne dass irgend ein Hinderniss entgegensteht, andere hingegen lassen sich nach der grauen Substanz verfolgen und umspinnen hier die Ganglienkugeln der grauen Substanz, ehe sie nach oben weiter verlaufen.

Wird das Gehirn hinweggenommen, so wird nothwendig die Leitung der Eindrücke in den Fasern, welche die graue Rückenmarksubstanz durchsetzen, eine schnellere sein, oder vielmehr, sie wird hier allein sichtbar werden, da den übrigen direkt mit dem Gehirne communicirenden Fasern die Möglichkeit benommen ist, ihre Leitung auszuführen. Wohin sollen sie leiten, da der Endpunct fehlt? Kein Wunder, dass eine Mittheilung eines Nervenzustandes auf den andern leichter zu Stand kommt.

Die erste Unterbrechung, welche die Leitung der Gefühlsnerven im Rückenmarke durch die graue Substanz erfährt, hat eine sehr bekannte Folge, — nämlich Bewegung, und diese Wirkung schwächt zugleich, wie leicht einzusehen, das Gefühl oder hebt es ganz auf.

Betrachten wir nun weiter, ob auch die an andern Nerven liegenden Ganglienkugeln denselben Zweck haben. Am leichtesten wird der Beweis in gewisser Hinsicht wenigstens an den in den grossen Unterleibsplexus liegenden Ganglien geführt. Ich habe oben schon die Beispiele zu dieser trägen Leitung aufgeführt. Ein Darmnerv bedarf einer viel längeren Zeit, bis die in ihm entstandene Veränderung auf die Centraltheile gewirkt hat, weil er eine so bedeutende Anzahl von Ganglienkugeln zu passiren hat. Es kommen daher die Mitbewegungen, durch das verlängerte Mark veranlasst, spät. Das Thier schreit, zittert und macht Bewegungen zum Entkommen erst eine ganze Weile, nachdem der Reiz schon vorüber. An den Gefühlsnerven, welche nicht so viele Ganglien zu durchstreifen haben, kommt die Reaction rascher, denn sie

sind der Quelle näher. — Schneller erfolgen die Bewegungen des Darmes selbst. Der Aufenthalt ist gleichzeitig Bedingung, dass die Affection auf die motorischen Fasern übergeht. Dies nimmt aber in demselben Grade zu, in welchem die Centraltheile zu wirken aufhören. Es ist in der That höchst auffallend, die Darmbewegung bei sterbenden oder eben gestorbenen Thieren mit der bei lebenskräftigen zu vergleichen. Ich habe bereits sehon an einem andern Orte (Organ f. ges. Heilk. Bonn. 1841. Hft. 1) bemerkt, dass man lange ein Thier, dem die Bauchhöhle geöffnet wurde, beobachten könne, ohne dass man irgend eine Bewegung seines Darms dureh den Zutritt der äussern Luft bemerke. Stirbt dasselbe, so treten ganz von selbst, d. h. ohne dass eine neue Reizung voranging, die sogenannten peristaltischen Bewegungen ein, die man vorher gar nieht in der Art beobaehten konnte. Aber indem es stirbt, ist es zuerst, wie man weiss, das grosse Gehirn, welches seiner Funetion sich entäussert und von da an schreitet das Ableben fort bis zur Peripherie. Es ist bekannt, dass gerade beim Darme der peripherisehe Theil noch lange fortlebt, wenn sehon Gehirn und Rüekenmark längst aufgehört haben. Jetzt, wo die Leitung bis zum Gehirne ganz aufgehört hat, geschieht die Mittheilung auf daneben liegende Gefühlsfasern um so leiehter. Das Ziel der Leitung ist abgeschnitten, das Gehirn lebt nicht mehr, die hemmende Ursaehe wirkt um so mäehtiger ein.

Von grossem Interesse ist folgender Versuch. Man öffne einem Frosche im Spätherbste, wo die Reizbarkeit so sehr gering geworden ist, die Schädelhöhle und den obersten Theil des Rückgraths, sowie aueh die Bauchhöhle, und lasse das Thier mehrere Stunden so liegen; dann bringe man einen Platindraht, weleher mit dem Pole einer 5 bis 6 Plattenpaare enthaltenden galvanisehen Säule in Verbindung steht, in das verlängerte Mark, den andern an den Eileiter oder den Darm. Bei sehr vielen Exem-

plaren bleibt jede Wirkung aus, weder der Darm noch irgend ein Körpertheil zuckt. Solche Fälle sind die instructivsten, weil hier nicht von einem Mehr oder Weniger die Rede zu sein braucht. Nun enthaupte man ihn und wiederhole nach der Enthauptung dasselbe Experiment. Jetzt entstehen bald über eine grössere, bald kleinere Körperfläche sehr heftige Zuckungen, aber ohne dass sich (in der grossen Mehrzahl wenigstens) der Darm bewegt. Die Leitung durch die Gefühlsnerven hat bedeutend zugenommen. — Hat man vorher auf die Stärke der Zuckungen geachtet, welche nach Reizung je eines Theils eintraten, so kann man auch nach der Enthauptung in verstärktem Massstabe eine solche Skala beobachten. Meist bemerkte ich, dass die stärksten Zuckungen im Körper erfolgten, wenn der eine Draht von den blosliegenden inneren Organen die Leber berührte, weniger wenn der Eierstock, noch weniger wenn das Herz, am wenigsten wenn der Eileiter und die Därme mit dem Drahte in Verbindung gesetzt wurden. Der Hoden wird dann erst deutlich leitend, wenn der Draht in das Innere dringt, weniger, oft gar nicht bei Berührung der äusseren Haut. Der verschiedene Grad der Leitungsfähigkeit, welchen einzelne innere Organe zeigen, wie ich ihn eben angegeben, kann nur als Norm betrachtet werden, wovon es jedoch nicht selten Ausnahmen giebt, so dass z. B. die Leber minder leitet, als der Eierstock. Doch in der Regel wird man die oben erwähnte Annahme bestätigt finden.

Die Ganglienkugeln des grossen Gehirns können wohl als die stärksten Gegenwirkungen der Leitung betrachtet werden. Die Gefühlsfasern hören auf zu fühlen. Es tritt eine ganz andere Function der Fasern ein, von der unten die Rede ist. Die Kugeln haben aber im Gehirne eine etwas andere Bedeutung als im Rückenmarke und den sympathischen Ausbreitungen.

Wir hätten nun noch die Spinalganglien zu berücksichtigen. Auch sie vermindern die Fortleitung der Eindrücke und zwar der Eindrücke, welche beständig auf alle Theile des Körpers ihren Einfluss üben. Warum fühlen wir nicht das Pulsiren der Arterien, warum nicht die alkalische oder saure Reaction des Speichels? u. s. w. Es müssen Apparate da sein, welche zu unserm Heile die Fortleitung solcher Veränderungen hindern, bis der Eindruck ein übergrosser geworden ist. Solche Apparate bilden vielleicht die Ganglien der hinteren Wurzeln. Doch ist dagegen zu erinnern, dass die meisten Gefässnerven sympathische Zweige sind, also schon auf diese Weise die Leitung beschränkt wird, auch erhalten solche Zweige die Secretionsorgane. — Die Bedeutung der Gefühlswurzel-Ganglien möchte daher noch eine andere sein.

Es bleibt also höchst wahrscheinlich, dass die Ganglienkörper als Organe zu betrachten sind, welche die Fortleitung hemmen. Eine Folge dieser Hemmung im Rückenmarke ist die Theilnahme der Bewegung, oder wenn man will, das Ueberspringen zu motorischen Fasern; im Gehirne die Combination zu Vorstellungen und die durch sie begründete Bewegung. Die eigentliche Thätigkeit der Gefühlsnerven wird also durch Ganglienkugeln unterbrochen und es bleibt gewissermassen Zeit, dass diese Thätigkeit sich auf andere Functionen des Nervensystems übertrage und in diesen neue Thätigkeit erwecke. Deshalb findet kein Reflex der Bewegung auf Gefühlsfasern in den einzelnen Nerven selbst statt, weil der Act der Thätigkeit dieser in so unendlich schneller Zeit vor sich geht, dass keine Mittheilung möglich ist. Nur wo diese Schwingungsknoten sich finden, lässt die Schwingung nach.

Beim Darme sind die sogenannten Reflexbewegungen in einem abgeschnittenen Stücke noch hervorzurufen, sie werden aber, wie Henle (allg. Anat. p. 124.) angiebt

und ich bestätigen kann, stärker, je näher dem Rückenmarke sie getrennt werden, je grösser die Ganglienzahl ist, welche die Leitung in den Gefühlsnerven unterbrechen.

Ich bin weit entfernt zu glauben, dass durch die oben gegebene Erörterung die Bedeutung aller Ganglien erklärt sei. Vielmehr treten uns mannigfaltige Schwierigkeiten entgegen. — Da einmal die Knoten der Gefühlswurzeln noch nicht genügende Erklärung finden, so wird es auch ebenso schwierig, eine solche für die Knoten der Sinnesnerven zu geben. Der Sehnervenknoten (Sehhügel) weicht von denen der hinteren Wurzeln darin ab, dass die Ganglienkugeln sich überaus spärlich darin finden; in der *Retina* hingegen sind sie schon zugegen; der Riechkolben ist reich daran; auch in der Anschwellung des Gehörnerven finden sich nach Valentin (Sömmerings Nervenl. p. 465) Ganglienkugeln; ebenso in den beiden Knötchen des *Glossopharyngeus*, der ebenso sehr den Sinnesnerven als den Gefühlsnerven beizuzählen sein möchte, zugleich aber auch motorisch ist.

Die Wirkung des *Ganglion ophtalmicum, oticum* und *submaxillare* scheint mir unerklärlich.

Valentin *(de funct. nerv. p.* 93*)* deutet die Ganglienformation in den Sinnesnerven auf folgende Weise. Durch die Ganglienkugeln des Riechkolben, des Riechstreifen und des Dreiecks *(trigonum)* würde der Geruch ausgebildeter, mit der Entwickelung genannter Theile nehme die Feinheit des Geruchs zu. Durch die Ganglienkugeln der *Retina* würde die Wahrnehmung der verschiedenen Eigenschaften der Gesichtsobjecte unterstützt *(globulos nucleatos phaenomenorum objectivorum varietatem adjuvare)*. Valentin ist der Ansicht, dass die Ganglien den Zweck hätten, die centripetale Leitung zu vermehren und die centrifugale zu vermindern. Ich möchte kaum glauben, dass die Belege (denen er die eben erwähnten beizählt) zu dieser Annahme sie genugsam unterstützten. Er leitet z. B. von der vermehrten

centripetalen Leitung die grössere Reflexthätigkeit der Unterleibsorgane her, deren Nerven eine grosse Ganglienkette zu durchlaufen hätten; sagt ferner, dass aus demselben Grunde die motorischen Wurzeln der Ganglien entbehrten, die sensiblen deren besässen. Es scheint mir, dass die vermehrte Reflexbewegung eben so gut durch eine verminderte Fortleitung in den sensiblen Fasern zu erklären ist, wie ich dies in der That oben versuchte; dass sie wenigstens mit demselben Rechte von einer verstärkten centrifugalen Bahn abhängen könne.

Der *N. oculomotorius*, dem sensible Fasern beigemischt sind (s. Valentin *de funct. nerv. p.* 18), macht von allen übrigen Gefühlsnerven die Ausnahme, dass an seiner Wurzel in der Regel kein Knötchen sich findet. Jedoch fand ich an diesem Nerven beim Kalbe, da wo er vielgespalten an dem *Pedunculus* hervortritt, eine bedeutende Anzahl von Ganglienkugeln eingestreut. Ich bemerkte sogar bei einem Kalbsgehirne eine dünne längliche Anschwellung an dem hintern Faserbündel. — Bestätigt sich diese Beobachtung ferner, so sind alle Gefühlsnerven mit Knoten in der Nähe ihres Eintritts versehen. Hingegen entbehren alle motorischen Nerven desselben, da die Beobachtung von Mayer (*Nov. act. acad. Leop.-Carol. n. cur. XVI. p.* 744), dass sich zuweilen an Fasern des *N. hypoglossus* ein Knötchen zeigt, nur als Ausnahme gelten kann. (vgl. Sömmering Nervenlehre, bearb. v. Valentin. p. 517.)

Ich habe die vielen Meinungen, welche von sehr vielen Physiologen über die Bedeutung der Ganglien aufgestellt worden sind, hier nicht mitgetheilt, um nicht zu wiederholen, was in andern Schriften schon so genügend abgehandelt worden ist; da eine kritische Beurtheilung derselben dem Zwecke dieser Schrift fern liegt. Ich verweise auf Valentin *de funct. nerv. p.* 89.

Eine Ansicht jedoch, die neueste, von Henle (a. a. O. p. 720.) aufgestellte, darf ich nicht unerwähnt lassen. Henle theilt der grauen Substanz, d. h. den Ganglienkugeln zwei Functionen mit. Sie sollen einmal Organe für die Ernährung der Nerven sein, nicht in dem Sinne, als ob aus den Ganglienkugeln ein dem Blute entzogener Stoff in die Nervenröhren überginge, sondern indem der sogenannte Muskeltonus, der doch nur von den Nerven abhängt, und die Reizbarkeit durch dieselben erhalten würden. Da Trennung des Gehirns vom Rückenmarke nicht diese Schlaffheit in den Muskeln hervorbrächte, welche unfehlbar, wenn das Rückenmark durchschnitten und unter der Durchschnittsstelle zerstört wird, in den unterhalb der Durchschnittsstelle gelegenen Muskeln eintritt, so müsste nach Henle die Ursache des *Tonus* auch im Rückenmarke und resp. in der grauen Substanz zu suchen sein. — Wenn nur nach Zerstörung des Rückenmarks diese Schlaffheit sich zeigte, so wäre dieser Annahme Nichts entgegen zu stellen. Dem ist aber nicht so. Zerschneidet man nämlich das Rückenmark durch einen Querschnitt seiner ganzen Dicke nach an irgend einer Stelle, so treten genau dieselben Erscheinungen bei höhern Thieren ein, als ob der darunter liegende Theil völlig zerstört wäre, — nur mit dem Unterschiede, dass alle viel langsamer erfolgen. Während eine völlige Zerstörung den *Tonus*, die Reizbarkeit sogleich aufhebt, bleiben diese Eigenschaften viel länger nach einfacher Durchschneidung. Aber immer schwinden sie und ich kann versichern, dass ich nicht einen einzigen Fall gesehen habe, in welchem dies sich anders gezeigt hätte. Die Einwirkung auf Muskeln und auf Gefässwände bleibt niemals aus, *Tonus* und Ernährung hören auf. Vergebens bemüht man sich einige Zeit nach der Durchschneidung eine Eiterung hervorzubringen, wohl aber noch in den ersten Tagen. — Kein Säugethier bleibt am Leben, dem das Rückenmark

irgendwo einfach durchschnitten ist. Aber sie sterben niemals so rasch, als wenn man das Rückenmark von derselben Stelle aus zerstört.

Alle diese Sätze sind das Resultat anhaltend fortgesetzter Untersuchungen. Jeder wird sie bestätigt finden, der sie wiederholt.

Mag man aber diese Thatsachen erklären, wie man will, so viel wenigstens geht mit Bestimmtheit daraus hervor, dass die graue Substanz nicht die Urquelle der Eigenschaft sein kann, welche Henle als Ernährung der Nerven bezeichnet.

Die zweite Kraft der grauen Substanz ist nach Henle die, dass durch dieselben die Fasern ihre Erregungszustände sich mittheilen. Diese Mittheilung fehlt in den Stämmen. — Man kann zwar die Entstehung dieser Mittheilung auf verschiedene Weise erklären, dass aber ihre Ursache von keinem andern Organtheile, als den Ganglienkugeln ausgehen kann, darf nicht wohl bezweifelt werden. Auch hierüber spricht sich, wie mir scheint mit vielem Rechte, Henle aus, dass die Uebertragung der Zustände in den Nerven nicht davon herzuleiten, dass die inneren Scheiden in den Centralnervenfasern feiner seien, als in den peripherischen Fasern und oft gar nicht sichtbar. Im *N. opticus* seien die Scheiden durchaus den centralen gleich. — Meiner Beobachtung zufolge finden sich an den allermeisten der centralen Primitivröhren deutliche innere Scheiden, welche besonders bei einer gewissen Beleuchtung ausgezeichnet deutlich werden. Sie erscheinen ebenso wohl in den Primitivfasern des Rückenmarks als in denen des Gehirns. Ihr Umfang ist allerdings verschieden. Hingegen bemerkt man darunter hie und da einzelne besonders sehr dünne Primitivröhren, an denen man gar keine Begränzungshaut wahrzunehmen vermag. Es kann sein, dass diese Abnormitäten blos der Art der Präparation, welche unmöglich auf alle Fasern gleichmässig wirken kann, zuzuschreiben ist.

Henle leitet auf sehr scharfsinnige Art die zweite Eigenschaft der grauen Substanz (Mittheilungsfähigkeit) von der ersten ab, worin ich ihm nicht beistimmen kann, weil ich die erste nicht zugebe. — Wie meiner Meinung nach diese Mittheilung zu erklären, nämlich als Aufenthalt der Leitung, wurde oben erörtert.

Wir wenden uns nun zu der Verschiedenheit des Grades von Gefühl in einzelnen Körpertheilen, wovon nur wenig zu bemerken bleibt.

Es können zwei Ursachen gedacht werden, von welchen es abhängt, dass ein Körpertheil mehr Gefühl hat, grössere Gefühlsreaction zeigt, als ein anderer. Erstens kann in einem Theile die Zahl der Gefühlsnerven eine grössere sein; zweitens könnte es in dem Wesen einiger Gefühlsnerven liegen, ohne dass sie mehr Fasern enthalten, feiner zu fühlen, d. h. eine viel grössere Veränderung ihres inneren Zustandes nach derselben äusseren Einwirkung zu erfahren, als ein anderer. Letzteres ist in der That der Fall. Der *Trigeminus* mit seinen Ausbreitungen bringt gereizt eine ungleich stärkere Reaction als der *Vagus* hervor. Bei keinem Thiere überzeugt man sich bestimmter hievon, als bei dem Kaninchen; aber auch bei Hunden sieht man dasselbe. Man wolle nur die Reaction nach Reizung des *N. infraorbitalis* mit der nach Reizung des *Vagus*-Stammes am Halse vergleichen, um sich von der Richtigkeit der Behauptung zu überzeugen. — Es will mir scheinen, dass in demselben Grade, in welchem ein Nerve dem Gehirne näher liegt, auch die Stärke der Gefühlsreaction bei Säugethieren zunimmt. Ich will jedoch, da die Beobachtungen hierüber sehr schwierig anzustellen, die Resultate nur mit aller Vorsicht auszusprechen sind, dies nicht mit Bestimmtheit behaupten. Verglich ich den *N. ischiadicus* mit einem eben so starken Zweige des

Plexus brachialis, indem ich beide nach einander reizte. bald diesen, bald jenen zuerst, so glaube ich bemerkt zu haben, dass bei diesem stärkere Reaction, als jenem erfolgte.

Auffallend ist es, dass krankhafter Weise das Gefühl sich steigern kann. Es kommt diese Erscheinung unter andern bei Gehirnkrankheiten vor. Reize der Haut bringen dann viel stärkeren Schmerz hervor, als in gesunden Tagen. Unmöglich können sich die Nerven vermehrt haben; es muss vielmehr eine grössere Veränderung ihres Zustandes als vorher nach denselben äusseren Veranlassungen vorausgesetzt werden. So wird auch in den Theilen, in welchen das Blut in den Gefässen krankhafter Weise stockt, die Empfindlichkeit grösser, heilende Narben schmerzen ebenfalls mehr. Was ist die Ursache dieser Erscheinungen? Haben sich neue Nervenfasern gebildet, oder entwickeln sie nur eine Fähigkeit, die in ihnen schlummerte? Die Möglichkeit der Bildung neuer Nervenfasern ist erwiesen, denn durchgeschnittene regeneriren sich vollkommen, Gefühl und das Vermögen Bewegung anzuregen, können in dem neu gewachsenen Stücke erwachen.

Welche Erklärungsart die richtige, ich wage es nicht zu entscheiden. Thatsachen fehlen.

Ich führe nun die gemachten Beobachtungen hinsichtlich des Gefühlgrades bei einzelnen Thieren hier auf.

Bei Fröschen bringt Reizung der verschiedenen Hautoberflächen nicht gleich starke Reaction hervor. Die einzelnen Theile möchten sich ungefähr so folgen. Stärkste Reaction zeigten: der hintere Theil der Rückenhaut, der Oberschenkel, Oberarm, die Hautfläche hinter den Augen; schwächere Reaction: Vorderarm, vordere Rückenfläche; hinterer Theil der Bauchfläche; die geringste: Unterschenkel, vorderer Theil der Bauchfläche.

Die untere Rückenmarkshälfte ist ohne Reaction. Oft fehlt auch diese ganz, immer aber ist sie ausserordentlich gering in allen inneren Organen, am stärksten zeigte sie sich bei Reizung der Leber, dann folgten Eierstöcke bei weiblichen Fröschen, sonst Magen, Darm, Hoden bei männlichen Fröschen, Herz, Eiergänge.

Bei Vögeln und Säugethieren ist keine Stelle der Haut empfindlicher, als die in der Nähe des Humerus-Gelenkes, dann die Haut des Gesichts, in den übrigen Hautstellen fand ich keinen bedeutenden Unterschied.

Von inneren Theilen ist unter den Respirationsorganen der Kehlkopf ungleich empfindlicher, als die Luftröhre, deren Reizung oft ohne alle Reaction ist. Ueber die Empfindlichkeit der Lungen kann man bei Thieren zu keinem Resultate gelangen. Von Menschen weiss man aus Krankheiten, dass ihre Entzündung mit dem heftigsten Schmerze verknüpft ist. Vielleicht noch empfindlicher ist die seröse Hülle, als die Lungenmasse, wie auch der Herzbeutel empfindlicher, als das Herz, der seröse Bauchüberzug empfindlicher als die Muskel- und Schleimhaut. Von den Organen des Unterleibs möchte nach einer zahlreichen Reihe von Beobachtungen die Empfindlichkeit in folgender Ordnung abnehmen: Magen (das empfindlichste Organ des Unterleibs), Mastdarm, Leber, Ovarien, Tuben und Uterus, Nieren, Hoden, Dünndarm, Milz, Harnblase. Ich brauche nicht zu bemerken, dass mancherlei Ausnahmen hier vorkommen und eine bestimmte Regel sich nicht angeben lässt.

Die fibrösen Häute zeigen geringe, aber deutliche Reaction. Die *dura mater* kann zuweilen stark insultirt werden, man bemerkt keine Wirkung. Bei manchen Thieren hingegen ist die der Schädelhöhle, sowie die des Rückenmarks sehr empfindlich, die bedeutendsten Reactionen treten ein. Vorzugsweise beobachtete ich, dass wenn ich die *dura mater*, welche beiderseits neben dem Längenblutleiter

eingeschnitten war, mit einem Fädchen zusammenschnürte, zuweilen sehr heftige Reaction erfolgte. Vgl. auch Magendie a. a. O. p. 115. Es ist mithin unrichtig, die *dura mater* unempfindlich zu nennen. — Auch die Sehnen sind empfindlich. Bei Menschen beobachtete ich dies bei Durchschneidung der Achillessehne; zuweilen jedoch ist das Gefühl sehr gering. Auch bei Thieren tritt zuweilen Reaction ein.

Dass die Muskeln Gefühl haben, weiss man aus dem Gefühle der Ermüdung, weniger bei Verletzungen. Doch zeigen sich auch zuweilen in Versuchen deutliche Reactionen nach Verwundungen der Muskeln.

Aus Krankheiten ist der Knochenschmerz bekannt, der zu den quälendsten gehört.

Nach den Untersuchungen von Magendie und Valentin sind die drei Sinnesnerven: *opticus*, *olfactorius* und *acusticus* gefühllos. Ich habe darüber keine eigene Erfahrung.

Wie also im Rückenmarke in vorderen und hinteren Strängen beiderlei Nervenfasern liegen, jedoch in sehr ungleicher Vertheilung, so ist etwas Aehnliches in den peripherischen Verbreitungen. Die äussere Haut, überaus empfindlich, zeigt wenig Bewegung; umgekehrt die darunter liegende Muskelmasse. Die serösen Häute sind empfindlicher, als die Muskeln, die sie begränzen, entbehren aber aller Bewegung.

§. 11.

Im Rückenmarke scheinen die Nerven erst zu wahrem Leben zu erwachen, vornehmlich die, welche das Gefühl und dessen Reaction begründen. Getrennt von demselben entbehren sie ganz der Fähigkeit, die ihr Dasein und ihre

Thätigkeit kund thun. Sobald der Schnitt geschehen ist, durch welchen der Zusammenhang zwischen Rückenmark und Gefühlsnerven aufgehoben wurde, gleichviel an welcher Stelle, so wird die ganze Nervenstrecke, die jenseits des Schnittes vom Rückenmarke entfernt verläuft, nach allem dem zu schliessen, was man bisher zu beobachten vermochte, von allen Einflüssen unberührt gelassen, die früher die vielseitigsten und ausgedehntesten Körperbewegungen, bei Menschen die bestimmteste Gefühlswahrnehmung zur Folge hatten. — Sollte in der That zuweilen vorkommen, dass es ungewiss bleibt, ob nicht auch in einem abgeschnittenen Nerven durch Reizungen leise Spuren von Gefühlsreaction entstehen können, so ist doch jedenfalls die Behauptung fest begründet, dass solche Fälle zu den seltensten Ausnahmen gehören und — was besonders beachtenswerth bleibt — nach überaus kurzer Zeit eine so vollständige Aufhebung jeder Verrichtung eingetreten ist, dass alle Zweifel schwinden. — Manchmal schien mir allerdings ein abgeschnittener Gefühlsnerve noch nicht augenblicklich seine Function verloren zu haben; doch ich kam niemals zu einem gewissen Resultate. Uebergehen wollte ich jedoch diese Bemerkung nicht, um auch die Aufmerksamkeit Anderer auf diesen Gegenstand von Neuem zu leiten.

Mag sich das eben Mitgetheilte jedoch bestätigen oder nicht, wir müssen jedenfalls im Rückenmarke zunächst die Quelle des Gefühls suchen; aber zugleich auch uns die Frage stellen, ob sie hier schon oder in den im Schädel liegenden Centraltheilen entspringt. Wir haben aber auch zu untersuchen, auf welch verschiedene Weise die Natur sich dieses Mittels zu Erreichung ihres endlichen Zwecks, der Erhaltung des individuellen Lebens, bedient hat. Denn am Ende zielt ja das Dasein des Gefühls auf weiter Nichts hin, als dass durch dasselbe Lebenszustände werden, die die Erhaltung fördern. Mannigfaltige Wege hat die

Natur eingeschlagen, um in ihrer Vielseitigkeit einen ganzen Cyklus von Zuständen zu erzeugen, alle Einem Ziele entgegenstrebend, alle der ganzen Individualität nach modificirt, alle in der einfachsten Art, nach den einfachsten Gesetzen sich gestaltend.

In der neueren Zeit hat man dem Studium der Functionen des Rückenmarks eine grosse Aufmerksamkeit zugewendet und eine sehr ansehnliche Reihe von Beobachtungen liegt bereits vor. Zuweilen widersprechen sich die Erfahrungen Einzelner, öfter scheinen sie sich zu widersprechen, während sie in der That mit denen Anderer sehr wohl sich verbinden lassen, wenn man die reine Thatsache von den Schlüssen sondert, die aus ihr gefolgert wurden. Die Untersuchung ist so schwierig, dass Abweichungen sehr erklärlich werden. Ich habe in dieser Schrift nicht den Zweck vor Augen, die Angaben der Einzelnen kritisch zu beleuchten. Ich wollte vielmehr die positiven Resultate Anderer und der eigenen über das Verhältniss des Rückenmarks und der übrigen Centraltheile zu der Gefühlsfunction zusammenstellen und so zu deuten mich bemühen, wie es mir am einfachsten und ungezwungensten erschienen ist.

Einige wenige anatomisch-mikroskopische Bemerkungen muss ich nothwendig vorausschicken. Von den drei das Rückenmark umkleidenden Häuten ist keine inniger mit der Substanz selbst verbunden, als die sogenannte *pia mater*. (Ich untersuchte sie am frischen Gehirne und Rückenmarke des Kalbes.) Die Fortsetzungen, welche dieselbe in alle kleinere Spalten und kleinsten Oeffnungen sendet, sind fast zahllos. Zieht man diese Membran durch eine feine Pinzette vom Rückenmarke ab, so erblickt man mit freiem Auge die vielen Spitzen und Fäden, welche sich überall ins Rückenmark einsenken. Es hält jedoch gar nicht schwer, diese Verbindungen zu

zerreissen, ohne das Rückenmark im Geringsten zu verletzen. Wird ein Stückchen dieser Membran bei einer 400maligen Vergrösserung betrachtet, und wendet man mittelst des Conpressorium einen passenden Druck an (doch auch ohne diesen) so erkennt man ihre Structur aufs Deutlichste. Auch bei einer stärkeren Vergrösserung (650 lin.) wird die Construction nicht besser erkannt. Man sieht sehr dünne Fasern, von aussen begränzt, in der Mitte hell, unordentlich neben einander liegend. Viele derselben spalten sich gabelförmig, andere machen mit benachbarten anastamasirend grössere und kleinere Bogen, andere gleichsam Oesen und Schlingen. Dazwischen verlaufen in sehr beträchtlicher Zahl Capillargefässe. — Ausserdem finden sich noch zweierlei Körper in dem Gewebe der *pia mater*. Erstens Pigmentkörner, zweitens Zellen. Die Pigmentkörper, bald von schwärzlicher, bald mehr brauner Farbe, zeigen sich zuweilen in sehr regelmässigen, zierlichen Formen. Ich sah sie an manchen Stellen genau so, wie sie in der Abhandlung von Valentin über den Verlauf und den letzten Enden der Nerven (*Nov. act. acad. Leopold. n. c. t. XVIII. t. IV. p.* 22) dargestellt sind, an andern nicht ästig, sondern zu dickern unregelmässigen Haufen zusammenliegend, oder einzeln; fast immer sind die einzelnen Körnchen bläschenartig; sie sind rund, oder von unbestimmter Form, bisweilen geschwänzt. Die Zellen, welche ich in dem Gewebe der *pia mater* beobachtete, waren theils frei, theils standen sie im Zusammenhange mit den oben erwähnten Fasern. Wenigstens liefen diese zuweilen bis an die Zellen, obwohl es immer nicht ganz gewiss blieb, ob sie davon ausgingen. Im Ganzen sind diese Zellen selten, am seltensten die, welche mit Fasern verbunden waren. Jene waren grösser, meistens den Froschblutkörperchen an Grösse gleichkommend, mit deutlichem hellem Kerne in der Mitte, dessen Inhalt eine kleinkörnige Masse ausmachte,

gewöhnlich mehr oval; doch ist ihre Grösse sehr abwechselnd; diese kleiner, rund und hängt theilweise mit den Fasern des Gewebes der *pia mater* zusammen, welche wie Fortsetzungen derselben erschienen; Kerne bemerkte ich nicht in allen; jedoch in sehr vielen, wo sie, wie so häufig, wie angehaucht erschienen. Bei unpassendem Drucke werden sie ganz unkenntlich. Ich habe bereits oben schon von der *Substantia gelatinosa*, die Rolando und Remak erwähnen, gesprochen, und auch der Ansicht von Henle gedacht, nach welcher die von Remak beschriebenen Körperchen Nichts als Zellenkerne der *pia mater* seien. Ich muss mich ganz für Henle's Meinung entscheiden; und nur darin von ihm abweichen, dass auch ich wie in der *pia mater* selbst, so in der *substantia gelatinosa* einen Zusammenhang oder wenigstens ein festes Anliegen von Fasern, nicht aber Primitiv-Nervenröhren, mit den Zellen beobachtet habe, wie Remak (*Observ. anat. et microscop. de system. nerv. struct. Berol.* 1838. *p.* 17).

Bei Betrachtung der Fasern und Zellen der *pia mater* wird man auf eine Aehnlichkeit mit Bildungen in dem Innern der Nervenmasse selbst unwillkührlich hingeführt. Ich denke an die Ganglienkugeln und deren Scheidenfortsätze. Es ist allerdings ein Unterschied zwischen beiden Bildungen sogleich erkenntlich. Die Ganglienkugeln sind mit einer epithelialen Hülle umgeben, welche aus einer mehr oder minder grossen Menge von Zellen besteht, die an manchen Stellen das vollständigste Pflasterepithelium darstellen. Zwischen diesen Hüllen liegen in vielverschlungenen Ringen, die zahllosen Fasern, von denen einzelne der Länge nach verlaufen, sich oft spalten und anastomosiren. — In der *pia mater* sieht man weniger Ringe als der Länge nach laufende Fasern, die Zellen sind seltener, unregelmässiger, der Kern weniger entwickelt. Wenn man aber die vielen Formverschieden-

heiten der Ganglien, welche sie namentlich in den Nervencentraltheilen zeigen, betrachtet, so stösst man auf so allmähliche Uebergänge, dass man sich veranlasst finden möchte, die Ganglienkugeln mit ihren Scheiden und deren Fortsätzen für Gebilde anzusehen, welche allein der *pia mater* angehören, die so vielfältig in die Centraltheile sich einsenkt. Die weiche Hirnhaut ist vielleicht als Grundlage der eigenthümlichen Zellenbildung in den Nerven der Centraltheile sowie in der peripherischen zu betrachten. Man kann diese Zellenformation in dem Nervensystem in den verschiedensten Abstufungen finden; zuerst als fein körnige Masse, der Urmasse, welche nur mannigfach modifizirt jeder Zellenbildung vorhergeht; sie macht einen sehr bedeutenden Bestandtheil vieler Gehirntheile aus; dann als Körnermasse mit Umschliessungshaut, wie sie namentlich in dem Centralsystem häufig erscheint. Es fehlt zuweilen noch der Kern, die Zelle ist einfach. Die nächste Bildung ist die, dass die Körnermasse an die Umhüllungsmembran angezogen, sich um diese anhäuft und in der Mitte einen hellern Raum, ein Bläschen zurücklässt, das durch wenigere Körnchen vielleicht (und wahrscheinlich) andern (fettigen?) Inhalt, sich unterscheidet. Es ist die einfache Ganglienkugel, die sich mit neuen Zellen, die minder entwickelt sind, umgiebt. In dem peripherischen Nerventheile erreicht diese Zellenformation ihre grösste Ausbildung und Vollkommenheit, ohne dass eine wesentliche Verschiedenheit zwischen Central- und peripherischen Ganglien bemerklich wird. — Neben den peripherischen wie centralen Ganglien findet sich das Pigment ebenfalls wieder, das schon dem Gewebe der *pia mater* angehörte. Zuweilen erscheint es selbst in denselben Ausbreitungen, wie in der genannten Haut, so z. B. in dem *Sympathicus* des Frosches. — Die Faserbildung kommt vorzugsweise in den peripherischen Ganglien vor, es sind dieselben Fasern, welche Remak

als organische Nervenfasern bezeichnet, für die Henle den Namen: »gelatinöse Nervenfasern« anspricht.

Die Nervenwurzeln, welche an den Zwischenfurchen eintreten, dringen mit ihren vielen Fäden in die graue Masse, umspinnen hier die Kugeln der grauen Masse (Valentin) und gehen aufwärts gegen das Gehirn zu, andere Fasern sind bis zur entgegengesetzten Hälfte zu verfolgen, andere hingegen streifen in die Tiefe, ohne dass man ihren Verlauf bestimmen kann. Viele Beobachter haben bereits die Nervenfasern bis in die graue Masse verfolgt. Es ist kein Zweifel, dass die Fasern, welche man in dem Rückenmarke erkennt, und die niemals Endschlingen zeigen (wie Valentin beobachtete), die Nervenprimitiv-Röhren sind, welche aus der Peripherie eintreten. Es ist sogar höchst wahrscheinlich, dass im Rückemarke gar keine neuen Fasern hinzutreten, obwohl dies noch nicht mit aller Bestimmtheit zu ermitteln; dass also das Rückenmark allerdings nichts Anderes ist, als ein mit verschiedenen Zellgewebs-Formationen verbundenes Convolut aller Nervenprimitivfasern des Körpers darstellt. Die Zellen bedingen den Unterschied. Dass sie hier wie fast an jedem Körpertheile eigenthümlich, spezifisch sind, ist keine Frage. Die Zelle ist die allgemeine Form der Bildung. Ueber die Spezificität der einzelnen Arten sind wir um kein Haarbreit weiter in der Erkenntniss, als vor vielen Jahren. Warum die Drüsenzelle so trefflich inspirirt ist, dass sie hier Harnstoff, dort Speichelstoff etc. aus dem Blute nimmt oder zersetzt, ist das alte Problem. So fehlt auch jede Deutung über die Ganglienkugeln und ihre beim ersten Anscheine mit verschwenderischer Freigebigkeit um sie gelagerte Zellgewebshülle. Vielleicht ist sie die Bildungsstätte neuer Ganglienkugeln.

Halten wir uns an die bestimmt nachgewiesenen anatomischen Thatsachen, so können wir nicht anders annehmen, als dass die sensible Thätigkeit des Rückenmarks

dieselbe ist, wie die der peripherischen Gefühlsfasern. Der Bau ist derselbe, die Erscheinungen sind dieselben. Die Veränderung, welche einzugehen jede Gefühlsfaser fähig ist, wird ebenso im Rückenmarke erfolgen, wie in der Peripherie, sie wird sich fortpflanzen von Theilchen zu Theilchen nach allen Richtungen hin, welche überhaupt die Fasern zeigen. Und in der That beweisen alle physiologischen Untersuchungen ebenfalls, dass in dem Rückenmarke die peripherischen Fasern nicht untergehen, nicht verwandelt werden, dass sie dieselben bleiben, die sie waren; — alle diese Untersuchungen zeigen die grösste Uebereinstimmung mit dem anatomischen Verlaufe; alle thun dar, dass die eingestreuten Ganglienkugeln und die andern embryonalen Zellenbildungen die Strömung oder Schwingung oder wie man auch die Veränderung nennen mag, die sich in den Nerven zeigen kann, aufhalten in ihrer Schnelligkeit, und dadurch eine Thätigkeit in den benachbarten motorischen Fasern wecken. Ist einmal solcher Aufenthalt bewirkt, so werden fern und naheliegende motorische Fasern mit in das Bereich der Wirkung gezogen. (s. u.) Er kann aber auch unterbleiben und der in dem Nerven erregte Zustand pflanzt sich bis zu dem Ende des verlängerten Marks fort und bringt von hier aus auf einem Umwege dieselben Folgen hervor, nämlich gewisse Bewegungen, welche in beiden Fällen eben so zweckmässig sind. Der Umweg geschieht durch das Gehirn, dessen eigenthümliche Energie rege gemacht wird; es entstehen Vorstellungen, die die Bewegungen veranlassen.

Die schon im Rückenmarke entstehenden sogenannten Reflexbewegungen wurden vorzugsweise an niederen Wirbel-Thieren, an denen sie am längsten beobachtet werden können, studirt. Man hat zu wenig die Ursache des schnellen Verschwindens dieser Bewegungen und die anderen Unterschiede derselben bei höheren Wirbelthieren

zu erforschen gesucht, wodurch sich unrichtige Ansichten eingeschlichen haben.

Niemand kann bei vorurtheilsfreier Beobachtung läugnen, dass nach Reizung eines Hauttheils des enthaupteten Frosches die zweckmässigsten Bewegungen zur Abwehr sich kund geben. Wenn ein solches Thier die passendste Extremität anwendet, um einen drückenden oder brennenden Körper abzuwischen, so wird Niemand darin etwas Anders, als die grösste Zweckmässigkeit finden, derselbe Frosch macht unverletzt dieselbe Bewegung. (Warum ein enthaupteter Frosch nicht mehr forthüpft, hat eine ganz andere Ursache, wovon wir noch sprechen.)

Wir sehen aber in dem enthaupteten Thiere eine wohlbedachte Klugheit wirken; wir sind nicht im Stande, sie nach allem dem Faserulaufe, soweit er bis jetzt bekannt ist, zu erklären. Wir sind zur Annahme genöthigt, dass hier bei dem Frosche im Rückenmarke dieselbe Kraft sich offenbare, welche man gewöhnlich und einzig dem Gehirne zuschreibt. Wird bei einem enthaupteten Frosche die hintere Hautfläche gereizt, so bewegt sich z. B. die Vorderextremität abwehrend und sogar auf beiden Seiten; wird die vordere Extremität gereizt, so sieht man zweckmässig die hintere sich bewegen. Van Deen hat aus seinen Versuchen das Resultat gezogen, dass es einen Nervenumlauf im Rückenmarke gäbe. Diese Versuche, von denen die wichtigsten sogleich kurz erwähnt werden sollen, erweisen, dass nach einem beschränkten äusseren Eindrucke Reactionen in allen Körpertheilen erfolgen können, wenn nur ein kleiner Theil hinterer grauer Substanz zur Verbindung noch besteht. Stilling hat Deens Versuche wiederholt und spricht ebenfalls der hinteren Substanz die Fähigkeit zu, nach allen Dimensionen den empfangenen Eindruck fortzupflanzen. Die Versuche beider sind grösstentheils durchaus naturgetreu. Aber beide haben das zu lösende Problem nicht gelöst.

Wie wirkt doch eine kleine Veränderung eines Gefühlsnerven auf so vielfache entfernt liegende Nerven? Die Hinterbeine beider Seiten werden z. B. zur Hülfe angespornt, wenn ein kleiner Theil der Kopfhaut irritirt wird. Will man das durch Nervenzusammenhang erklären, wo findet man ihn? Es ist leicht gesagt, dass eine Nervenströmung, eine Mittheilung nach oben, unten, rechts und links, hinten und vorn vorkommen, aber warum doch findet diese Strömung einmal hier, einmal dort ihren Zielpunct? warum sieht man nicht immer derselben Reizung genau dieselbe Bewegung folgen? warum werden die für den einzelnen Fall geeigneten Mittel stets benutzt? Was kann man mit Nervenströmung, mit Mittheilungsfähigkeit erklären? Nichts, gar Nichts. Es wirkt hier Etwas, was unserer Erklärung, unserer Forschung noch ganz und gar unzugänglich ist. Aber dieses Etwas ist dieselbe Kraft, welche das Thier nöthigt, die kunstfertigsten Handlungen zu verrichten, den Instinct leitet, kurz die mit Sinn und Absicht, durch Vorstellungen und Zwecke begründeten Bewegungen in dem Thiere hervorruft, das in den Kreis der Nothwendigkeit gebannt seine Rolle durchspielt, die ihm aufgegeben ist. Läugnen wir diese Kraft nicht hinweg. Am Ende kommen wir immer wieder an diese Brücke, über die wir nicht hinaus können. — Jene Kraft ist bald an so ausgedehnte Massen gebunden, dass wir sie als eine frei waltende erkennen, bald haftet sie an ganz beschränkten Theilen. — Unsere Sinne haben bis jetzt nicht hingereicht, die Wege kennen zu lernen, auf welchen diese geheime Kraft die Aussenwelt zum Wohl und Gedeihen des Körpers sich anzueignen strebt. Nur die gröbsten Werkzeuge sind uns bekannt, ihr Wirken ein ewiges Räthsel.

Aus den Versuchen von van Deen gewinnt man nicht die Ueberzeugung, dass durch die graue Substanz eine *Circulatio nervea (zenuw-omloop)* im Rückenmarke

unterhalten werde; so wenig, als aus Stilling's Versuchen folgt, dass der Willenseinfluss durch die vordere graue Substanz vom Gehirne aus aufgenommen und zu den motorischen Wurzeln fortgeführt werde.

Um die Richtigkeit dieser Behauptung einzusehen, rufen wir die verschiedenen Veränderungen, welche in den Gefühlsnerven entstehen, ins Gedächtniss zurück. Es waren solche, die durch innere Zustände veranlasst wurden. Ein Streben, diese Veränderungen bis zu den Centraltheilen hin mitzutheilen, scheint jedem Gefühlsnerven zwar eigen zu sein, doch findet ein merklicher Unterschied sowohl bei den einzelnen Arten von Veränderungen als bei einzelnen Thieren statt. Alle aus inneren Zuständen hervorgehenden Veränderungen werden stets bis zu den Centralenden der Gefühlsnerven, d. h. über das verlängerte Mark fortgeleitet oder entstehen erst hier. Hier erst zeigt das Gehirn seinen Einfluss, und nur die hier stattfindenden Veränderungen treten in Wechselwirkung mit den dem Gehirne eigenthümlichen Zuständen. Am bestimmtesten zeigt sich dies bei höheren Wirbelthieren, weniger schon bei Fröschen; bei ihnen gehen auch, wie unten gezeigt wird, innere Erregungen von dem Rückenmarke aus.

Es kann kaum darüber ein Zweifel herrschen, dass die inneren Veränderungen der Gefühlsnerven eben so gut bei Thieren, als bei Menschen vorkommen, was sowohl aus der grossen Aehnlichkeit der Construction als auch aus Beobachtungen, z. B. dem Gedächtniss der Thiere, dem Triebe des Hungers etc. hervorgeht. Wir haben nur oben diese Zustände bei Menschen geprüft, weil hier die Beobachtung bei weitem genauer angestellt werden kann. Auch die Veränderung, welche zu den Bestimmungen von Raum und Zeit Veranlassung geben, existiren nothwendig auch im Thiere, dessen Organismus eben so gut einem beständigen Wechsel ausgesetzt ist,

als der menschliche. — Aber ein Thier kann sich keine Klarheit über die Entstehung dieser inneren Anschauungen verschaffen, weil es sich seiner nicht bewusst ist. — Und wir sind nicht im Stande, uns von dem Vorhandensein von Zuständen in Gefühlsnerven zu überzeugen, da wo die Reaction in der Bewegung fehlt. Raum und Zeit haben ihre Quelle in Gefühlen, die nicht von Bewegungen begleitet sind.

Indem wir die inneren Zustände unserer Gefühlsnerven kennen, erfahren wir, ob der nothwendige Grad der Erregung vorhanden ist oder nicht, ob z. B. Hautnerven und *Vagus* von der erforderlichen Luftmenge bespült werden, ob dem Auge das Licht nicht mangelt etc. — Wir fühlen das, wir werden uns dessen bewusst, — aber können wir nur einen Augenblick daran zweifeln, dass auch die Gefühlsnerven der Thiere in denselben Schwankungen verharren, denselben Veränderungen unterligen? — können wir daran zweifeln, dass nicht eben so sehr bei Thieren wie bei Menschen die Intention zu Bewegungen folgt, die dem Triebe zu entsprechen streben, ohne dass sie der Gefühle bewusst werden? Wir sehen ja die Beweise vor unsern Augen.

Es wurde oben bemerkt, dass auch die Veränderungen welche durch die Aussenkörper in den Gefühlsnerven entstehen, nicht nach Entfernung der Motive untergehen, sondern sie können sich vom Gehirne aus, wie bei Menschen, von Neuem wieder erzeugen. Ich brauche keine Beispiele aufzuführen, welche für das Gedächtniss, für die Combination der Vorstellungen bei Thieren zeugen; Jedermann kennt sie.

Alle diese aus inneren Ursachen entstehenden Zustände der Gefühlsnerven haben zu ihrem Bestehen das grosse Gehirn nothwendig. Wir wollen nicht untersuchen, weshalb? wir wollen nicht behaupten, welche Verbindung hier vermittelnd einwirkt. Alles das sind durchaus unbekannte

Sachen. Nur die Unentbehrlichkeit des grossen Gehirns ist durch Thatsachen festgestellt.

Sobald das grosse Gehirn genommen ist, fehlt auch jeder Trieb, die oft genannten innern Erregungen, die wichtigsten Lebensthätigkeiten der Gefühlsnerven, zu befriedigen; das Gedächtniss ist erloschen.

Alle Bewegungen aber, welche als eine Folge dieser innern Erregungen betrachtet werden können, kommen nur zu Stande, wenn die Gefühlsnerven welche dazu erfordert werden, mit dem Gehirne communiciren. Dies gilt wenigstens als Regel für alle Wirbelthiere, für die höheren ist es durchgängig und ganz beständig, bei Amphibien ist die Concentration noch nicht in der Art, und jeder Theil des Rückenmarks ist schon mit einer Kraft begabt, die bei Säugethieren nur im Gehirne sich offenbart, bei Menschen so selbstständig ist, dass sie bewusst wird.

Man nennt bekanntlich die Thätigkeit im grossen Gehirn, welche aus den Zuständen der Gefühlsnerven hervorgegangen betrachtet werden kann, Vorstellungen; und die Bewegungen, welche in Folge dieser Vorstellungen entstehen, willkührliche. Man würde besser willkührliche Bewegungen die nennen, die in Folge der innern Erregungen entstanden sind, und zwar deshalb besser, weil, wie eben bemerkt wurde, bei Amphibien es zuweilen vorkommt, dass innere Erregungen schon im Rückenmarke Bedingung von Bewegungen werden.

Ich widerspreche mit dieser Behauptung der Lehre von Marshall Hall und stimme der Angabe von Volkmann (Müllers Archiv 1838 p. 17) bei. Marshall Hall behauptet nämlich (vgl. ausser den schon oft erwähnten Schriften, die neuere: Von den Krankheiten des Nervensystems. Uebers. v. Wallach. Leipz. 1842), niemals gingen spontane Bewegungen vom Rückenmarke, sondern allein vom Cerebralsystem aus. Diese Annahme fand ich in allen meinen Versuchen an Säugethieren durchaus bestätigt.

Sobald die durch die Enthauptung hervorgerufenen sehr zahlreichen Bewegungen vorüber sind, und das Thier zur Ruhe gekommen ist, so habe ich nicht in einem einzigen Falle irgend eine zusammengesetzte regelmässige Bewegung entstehen gesehen, obwohl äussere Erregungen noch zweckmässig abwehrende Bewegungen veranlassten. — Bei Fröschen ist es anders. Volkmann gibt um dies zu beweisen folgenden Versuch an. Nach der Enthauptung werden die Hinterbeine eines Frosches ausgestreckt. Man lasse das Thier auf festem Boden ruhig liegen, so wird der Frosch nach Verlauf von 5 bis 10 Minuten ohne irgend eine äussere Veranlassung die Schenkel ganz plötzlich einziehen und seine gestreckte Lage gegen eine sitzende vertauschen. Niemals soll nach Volkmann dieser Versuch fehlschlagen. Kürschner und Valentin sind andrer Ansicht. (Vgl. M. Hall Abh. über das Nervensystem von Kürschner. — Valentins Repert. 1841 p. 309.) Ich habe sehr häufig bei Enthauptungen hierauf geachtet. Ich kann nicht sagen, dies Phänomen so beständig wie Volkmann beobachtet zu haben. Vielmehr fehlte es bei mehr als der Hälfte von Fröschen. Sie blieben gestrekt liegen, wie vorher, bis ein äusserer Reiz auf sie einwirkte. Hingegen bemerkte ich dasselbe bei einer grossen Anzahl. Bei derselben Verfahrungsart, auf demselben Tische, kurz unter ganz gleichen äussern Umständen sah ich den enthaupteten Rumpf die Beine anziehen. Bei einem wiederholte sich sogar die Erscheinung, und zwar zu einer Zeit, wo die Reizbarkeit der Frösche nicht gross ist. Nachdem die angezogenen Beine von Neuem gestreckt, der Frosch eine Zeit lang ruhig liegen geblieben war, zog er sie von Neuem an. —

Dies Phänomen lässt nur eine Deutung zu. Es muss nothwendig eine innere Erregung obwalten, welche dieser Bewegung die Entstehung gibt. Die Möglichkeit einer spontanen Bewegung ist also sicher nicht zu läugnen.

Aber dennoch sind wir zum Ausspruche berechtigt, dass dies nur als Ausnahme, oder besser als eine Erscheinung niederer Organisation anzusehen ist. Denn sie wird auch bei Fröschen durchaus nicht immer beobachtet, sie ist beschränkt, sie wiederholt sich selten.

Erinnern wir uns anderer ähnlicher Beobachtungen, so werden wir auf ein allgemeines, oft berührtes Gesetz geleitet, das die Natur in der Entwickelung überall befolgt hat, dass nämlich die Concentration zur Einheit in dem Verhältniss zunimmt, in dem das Thier dem Menschen sich nähert. Während bei dem Menschen in dem Concentrationspunkt des Gehirns sich das ganze Nervenleben vereint darstellt, verliert sich bei niederen Thieren immer mehr diese Uebermacht, das Gehirn hört endlich ganz auf; jede einzelne Nervenfaser scheint hier von der ganzen Macht der Vorstellungen beseelt, mit Ueberlegung und Urtheilskraft gleichsam begabt zu sein. Der Uebergänge giebt es ausserordentlich viele; sie werden bei fortgesetzten Untersuchungen noch deutlicher sich ergeben. Wir haben einen solchen Uebergang in der Organisation des Frosches kennen gelernt; nicht alle Individuen lassen dasselbe Gesetz in gleicher Ausdehnung erkennen; und was besonders interessant ist, ausserdem, dass das Rückenmark Gehirnfunction hat, ist auch das Gehirn und zwar vorzugsweise der Sitz von Functionen, die ihm bei höher organisirten Thieren ganz allein zukommen.

Es kann in der That keine irrigere Urtheilsweise geben, als wenn man von niederen Thieren oder was im Ganzen dasselbe, vom embryonalen Zustande auf höhere Thiere, auf vollkommnere Entwicklung schliessen will. Es ist hierdurch eine Quelle sehr zahlreicher Irrthümer, die Veranlassung zu bedeutenden Widersprüchen entstanden.

Erkannten wir es also als Regel, dass alle innern Erregungen das Dasein des grossen Gehirns erfordern, so folgt nothwendig, dass die hieraus resultirenden Be-

wegungen nur eintreten, wenn die Mittheilung möglich, wenn von dem Orte an, von welchem die Erregung ausgeht, bis an das Centralende der Nerven, keine Unterbrechung vorhanden ist. Die Bewegungen werden hingegen ausbleiben, sobald diese genannten Bedingungen fehlen. — Ein Beispiel wird den Gegenstand zu grösserer Klarheit bringen. Ebenso wie wir durch unsere Gefühlsnerven zunächst von dem Befinden unseres eignen Körpers unterrichtet sind, wie wir das Gefühl des Wohl- und Missbehagens nur durch sie erfahren, aber uns selbst davon wegen des Bewusstseins Rechenschaft geben können, so müssen wir annehmen, dass bei Thieren, welche in einer unangenehmen Körperstellung sich befinden, auch eine Veränderung in ihren Gefühlsnerven statt findet. Denn sie sind mit der Eigenschaft begabt, afficirt zu werden, wenn das zur Lebenserhaltung erforderliche Verhältniss des Körpers zur Aussenwelt gestört ist. In Folge dieser Veränderungen leitet eine durchaus verborgene Kraft, deren sich das Thier selbst nicht mehr bewusst wird, Bewegungen ein, welche das gestörte Verhältniss wieder ausgleichen. Nehmen wir an, die Hinterbeine eines Thieres verharrten in einer nicht passenden Lage, so bilden die Gefühlsfasern allein den Weg, mittelst welcher die Veränderung des Körperzustands bis zu dem Gehirne fortgeleitet werden kann. Kennen wir nun die Bahn, auf welcher die Gefühlsnerven verlaufen, so müssen wir nothwendig schon von vornherein bestimmen können, in welchen Fällen Reaction noch dann möglich ist, wenn schon bedeutende Eingriffe geschehen sind.

Wir wissen nun, dass die Gefühlsfasern einmal in grader Richtung am hintern Strange nach oben, gegen das Gehirn hin laufen, andere streichen von einer Seite zur andern, die wenigsten von dem hintern Strang in den vordern. Die Communication kann also von rechts nach links, von hinten nach vorn statt finden.

Das ist das Eine, was wir wohl zu beachten haben, um alle Thatsachen zu erklären, welche aus vielen scharfsinnigen Versuchen von v. Deen u. A. hervorgehen.

Wir haben aber noch auf einen andern Gegenstand unsere Aufmerksamkeit zu richten. Zur Ausführung passender Bewegungen sind motorische Fasern erforderlich. Auf sie muss die Einwirkung statt finden. Die verborgene, im Gehirne, vorzugsweise mächtig sich äussernde Kraft, treibt die einzelnen Fasernbündel, welche, wie wir wissen, bereits vereint im verlängerten Marke liegen, zur Kraftentwickelung an. Das kleine Gehirn ist, wie im ersten Hefte dargethan wurde, der vermittelnde Theil zwischen grossem Gehirne und verlängertem Marke. Auf die Kleinhirnfasern wirkt zunächst das grosse Gehirn und resp. die in ihm repräsentirte, nach Ueberlegung und mit der ausgesuchtesten Klugheit handelnde Kraft. Es ist höchst wahrscheinlich, dass auch hier sehr bestimmte Normen obwalten, sie sind aber bis jetzt noch unenthüllbar. Wir können uns der Annahme einer Lebenskraft, oder wie wir sie nennen wollen, nicht entschlagen. Vielleicht hellen folgende Zeiten mehr auf; vielleicht sind unsere Sinne ungeahnter Verstärkung möglich; — dass wir noch einige Schritte weiter gehen dürfen; wie aber die Sachen bis jetzt stehen, können wir nicht über diese Brücke hinaus. Ans Unzugängliche darf sich die Naturwissenschaft nie wagen.

Auf die motorischen Fasernbündel, wie sie für die verschiedenen Bewegungen der einzelnen Körpertheile im verlängerten Marke geordnet neben einander liegen, wirken (durch die genannte Vermittlung des kleinen Gehirns) die Vorstellungen oder, wenn wir es recht materiell aussprechen wollen, die mit eigenthümlicher Energie begabten Fasern des grossen Gehirns. Können die motorischen Fasernbündel nicht zu der Stelle gelangen, welche bewegt werden soll, so werden die Reactionen hier ausbleiben. Es fehlen die Wege, die Mittel zum Zweck. — Eine Durch-

schneidung in der Bahnlinie, auf welcher die motorischen Fasern verlaufen, muss die Fortleitung nothwendig hemmen.

Da die motorischen Fasern zum grössten Theile auf dem vordern Strange verlaufen, so wirkt namentlich Durchschneidung dieser Theile beeinträchtigend auf Ausführung der willkührlichen Bewegungen.

Und nur so darf man sichs denken, dass der Willenseinfluss durch die vordere graue Substanz fortgeleitet werde. Die graue Substanz hat an sich mit dem Willen Nichts zu schaffen. Es sind die motorischen Fasern, die die Ganglienkugeln umspinnen, durch welche eine Veränderung, die, durch das Gehirn von ihren Centralenden entstanden, nun bis zu den Muskeln, von Theilchen zu Theilchen in unendlich kurzer Zeit weiter fortschreitet.

Es ist wahrscheinlich, dass die Ganglienkugeln der vordern Hälfte dieselbe Bedeutung, als die der hintern (obern) haben; sie mässigen den raschen Fortgang und bewirken die Uebertragung auf die entsprechenden Gefühlsfasern; für welche Uebertragung mancherlei Erscheinungen sprechen.

Was nun die Nervenzustände betrifft, die von aussen entstehen, so wird bald bemerklich, dass bei niederen Wirbel-Thieren die Communication der Gefühlsnerven mit dem Gehirn weniger leicht zu Stande kommt, als bei höheren. Bei höheren Thieren entstehen öfter in Folge äusserer Einwirkungen, Vorstellungen, welche sich mit andern combiniren und woraus sich ein Complex von Bewegungen hervorbildet; auch der äussern Erregung ketten sich innere an. Bei niederen Wirbel-Thieren, bei denen überhaupt die Vorstellungen sich weniger frei und lebhaft erzeugen und combiniren, erfolgt leichter vom Rückenmarke aus die zweckmässige Bewegung.

Je höher sich die Gehirnsthätigkeit bei einzelnen Menschen steigert, desto deutlicher wird das Streben der Gefühlsnerven, ihre Zustände fortzuleiten bis zu dem Gehirne

um hier Vorstellungen zu wecken. Es giebt Menschen, von denen man sagt, dass sie ihres Willens im hohen Grade Herr seien. Bei ihnen bilden sich Vorstellungen leicht. Seltener sieht man bei ihnen Reflexbewegungen. Alle Gefühle wandeln sich, wenn ich so sagen darf, in Energien der Gehirnfasern, in Vorstellungen um.

Wir werden nun die eben vorgetragene Lehre über das Nervenleben im Rückenmark durch Versuche noch mehr zu erläutern suchen und vornemlich die erwähnen, welche von van Deen und Stilling angestellt worden sind.

Durchschneidet man in der Gegend des dritten Wirbels die Hälfte des Rückenmarks, z. B. die rechte bei einem Frosche, so sieht man häufig, wenn einige Zeit vorüber gegangen ist, das Thier wieder springen, grade nicht wie zuvor, doch ohne bedeutende Beeinträchtigung. (v. Deen Vers. 37.) v. Deen glaubt, auf der durchschnittenen Seite geschehe die Bewegung durch Reflex, auf der andern Seite durch den Willen. Wie selten aber erfolgt spontane Bewegung vom Rückenmark selbst aus und niemals sieht man ein vollständiges Springen. Reflex kann es also nicht sein. Der Zustand der rechten Körperhälfte kann dem Gehirne mitgetheilt werden, weil die Gefühlsfasern in die linke Rückenmarkshälfte überstreifen und von da der Länge nach dem Gehirne zulaufen. Da nun aber auch von der linken (undurchschnittenen) Seite Gefühlsfasern in die rechte laufen, so erklärt sich eine Erscheinung, welche stets beobachtet wird. Die Bewegungen des Thieres hinter der Durchschneidung sind auf beiden Seiten schwächer geworden.

Bei Säugethieren ist die Schwäche auf beiden Seiten viel beträchtlicher, als bei Fröschen; die durchschnittene hingegen zeigt sich ungleich stärker gelähmt, als die undurchschnittene, wie dies bereits oben erwähnt. Stillings

Angabe (a. a. O. p. 135.), dass die Bewegungen beider Hinterpfoten bei Katzen, denen die eine Hälfte des Rückenmarks durchschnitten ist, gleich sei, erweist sich dann nur vollkommen richtig, wenn die Bewegungslosigkeit sehr stark geworden ist. Hier hält es allerdings oft schwer zu sagen, welche der beiden Seiten mehr Spuren der zerrütteten Function zeigt. Wo aber die Bewegung nicht in der Ausdehnung vermindert ist, sieht man sehr deutlich den Unterschied beider Seiten. Das Thier kollert beständig auf die verletzte hin, wenn man es aufgestellt hat; sein Gang ist auffallend wankend und ungewiss und sogar ein Laie, der ein solches Thier gehen sieht, bemerkt uns auf der Stelle, welche Seite die schwächere ist. Ich habe dies selbst gehört.

Bei Säugethieren giebt uns daher dieser Versuch weniger Gelegenheit, eine Bemerkung zu machen, welche nicht leicht zu erklären ist, als bei Fröschen. Es lässt sich nämlich fragen, wie es kommen mag, dass der Unterschied der Bewegung auf beiden Seiten nicht beträchtlicher ist. Die Ursache, welche das Thier zum Springen bewegt, gehört zu den innern Erregungen. Wirken nun diese vom Ende der Gefühlsnerven aus und werden von da aus die motorischen Fasern angeregt, so kann, da die letztern auf derselben Seite bleiben, die Fortleitung nach der Durchschneidung einer Hälfte nicht zu Stande kommen. Man könnte diese Erscheinung auf dreifache Weise erklären. Es wäre erstens möglich, dass eine kleinere Menge motorischer Fasern auch von einer Seite zur andern überstreifte, wofür auch einige andere Erfahrungen sprechen. Jedenfalls sind es nur relativ weniger Fasern. Zweitens könnten es Mitbewegungen sein. Freilich ist damit wenig erklärt. Denn wie sind diese zu deuten? Es wäre endlich drittens zu denken, dass durch die im Rückenmark sich zweckmässig äussernde Kraft die Bewegung auf dieselbe Weise ausgeführt würde, wie die, welche im Gehirne wirkt. Für

letztere Ansicht spricht es, dass grade bei Fröschen die Verschiedenheit beider Seiten weniger bedeutend ist.

Werden einem Frosche, dem die Rückenmarkshälfte durchschnitten war, auf derselben Seite auch noch die Gefühlsnerven-Wurzeln getrennt, so dass also die beständige Erregung der Gefühlsnerven dieser Seite durch die umgebenden Körper nicht mehr vorhanden ist, so ist die Bewegung dieser Seite beträchtlich vermindert. (Deen Vers. 38.)

Wird die eine z. B. rechte Hälfte des Rückenmarks an der Stelle, an der die Nervenwurzeln für die Hinterpfoten abgehen, durchgeschnitten; von demselben Orte an hingegen die motorischen Wurzeln der andern linken Hälfte getrennt, so entsteht nach Reizung der Vorderfüsse Gefühlsreaction in diesen und dem Kopfe, sie fehlt in den Hinterbeinen (v. Deen Vers. 40.) Auf der linken Seite, in welcher die motorischen Fasern im Rückenmark erregt sind, können die Muskeln zu Contraction nicht veranlasst werden, weil die Nervenwurzeln gelöst sind, auf der andern Seite ist die Leitung schon im Rückenmarke selbst unterbrochen. (Bei demselben Versuche bemerkt Deen, dass Reizung der linken Hinterpfote, deren motorische Fasern mit dem Rückenmarke ausser Verbindung waren, nicht sogleich Bewegung der rechten Hinterpfote veranlasste, sondern gewöhnlich erst nach der Enthauptung. — Ich habe dasselbe an sonst unversehrten Fröschen beobachtet, denen die motorischen Wurzeln abgeschnitten waren und die einige Zeit nach gemachter Operation gereizt wurden. Die Gefühlsreaction war sehr gering geworden. Es dient dies zum Beweis, wie die motorischen Fasern auch von bedeutendem Einfluss auf die sensiblen sind.) — Werden bei einem Frosche, dem die motorischen Wurzeln für die Hinterpfoten durchschnitten sind, die letzteren gereizt und kann die Reaction von dem Gehirn aus in der andern Pfote nicht bewerkstelligt werden, weil die andre Rücken-

markshälfte durchschnitten ist, so entsteht erst nach der Enthauptung deutliche Bewegung, weil jetzt die Leitung der in ihrer Lebensthätigkeit unterdrückten Gefühlsfasern nach dem Gehirne unmöglich ist und daher mehr im Rükkenmarke geschieht.

Werden einem Frosche die rechte Rückenmarkshälfte ganz, links an derselben Stelle (dem dritten Wirbel entsprechend) die hintern Wurzeln durchschnitten, so entstehen durch Reizung der rechten Hinterpfote bei reizbaren Fröschen abwehrende und ausweichende Bewegungen in allen vier Extremitäten, weil die Gefühlsfasern von rechts nach links, dann dem Gehirn entgegen streichen und von da aus durch die motorischen Fasern Bewegung sich erzeugt. Im rechten Beine wird die Bewegung schon vom Rückenmarke selbst angeregt. (Vers. 41.)

Oeffnet man bei einem Frosche vom dritten Wirbel an die ganze Rückgrathshöhle, sticht ein Staarmesser unter die oberflächliche Schicht des Rückenmarks, so dass nur die hintre Marksubstanz über dem Staarmesser liegt, hingegen die graue Substanz schon unter demselben, führt man dann das Staarmesser durch den übrigen Theil des Rückenmarks weiter, so dass also überall die weisse Masse von der grauen grösstentheils getrennt ist, so entsteht keine Gefühlsreaction im Vorderkörper, weil, wie Valentin (Repert. 1841 p. 318) mit Recht bemerkt, die Nervenfasern zuerst in die graue Masse eintreten, ehe sie zur weissen gelangen, also durch die Trennung die sensiblen Fasern durchschnitten und von den motorischen isolirt sind. (v. Deen Vers. 49) Stilling a. a. O. p. 115.

Dasselbe bestätigt Stilling bei Säugethieren. Wurde einer jungen Katze ein schmales Messerchen zwischen hinterer grauen und Marksubstanz eingeführt, die Schneide nach unten gewendet und die ganze unter dem Messer liegende Masse durchschnitten, so dass das obere und untere Rückenmark nur durch die Marksubstanz in Ver-

bindung stehen, so erscheinen nach Reizungen der unter der Durchschnittsstelle liegenden Körpertheile keine Reactionen. (p. 117).

Werden einem Frosche in der Gegend des dritten Wirbels beide Hinterstränge mit einer Scheere durchschnitten, und dabei die graue Substanz möglichst geschont, so sollen nach Stilling durch Reizung der Hinterpfoten Gefühlsreactionen in den Vorderpfoten und im Kopfe in derselben Stärke entstehen, als wäre das Rückenmark unverletzt. (p. 115).

Ich kann diesem Resultate nicht beistimmen. Es ist schwer, bei Fröschen den Grad der Reaction zu bestimmen, weil die Reizbarkeit der einzelnen Thiere so überaus verschieden ist.

Man erlangt mehr Sicherheit durch Versuche an Säugethieren. Zwei Thatsachen, welche ich oft beobachtet habe, müssen zuerst erwähnt werden. Es kann einmal als Regel gelten, dass durch oberflächliche Verletzung mit einer Nadel oder durch einen seichten Schnitt in die Markmasse wodurch die graue Substanz durchaus nicht verletzt ist, in den unter dem Schnitt gelegenen Körpertheilen fast niemals oder doch nur ausnahmsweise nach Reizung die Gefühlsreaction ganz ausbleibt, hingegen ist immer diese geringer geworden, das Gefühl hat also abgenommen.

Ich habe mich hiervon bei einer grossen Reihe von Versuchen überzeugt.

Eine zweite Thatsache, welche zwar viel seltener vorkommt, jedoch zuweilen so bestimmt beobachtet werden kann, dass kein Zweifel darüber obwalten kann, ist die, dass nach völliger Durchschneidung des ganzen Rückenmarks nach Reizung die Gefühlsreaction in Theilen, welche über der Durchschnittsstelle liegen, entsteht. Ich habe bereits schon eine solche Beobachtung in meiner Schrift über das Erbrechen aufgeführt p. 100 Anm. Stilling erwähnt p. 125 ähnliche Erfahrungen an Fröschen.

Wenn es aber möglich ist, dass die Stimmritzenbänder sich nach vorgenommener Durchschneidung des Brustmarkes bewegen können, wie ich dies beobachtet habe, wenn also durch die dünnen Fädchen des *Sympathicus,* welche allein die Verbindung herstellen könnten, eine Uebertragung des Eindrucks möglich ist, so hat man nicht nöthig, der grauen Substanz das Vermögen zuzutheilen, »das wirkliche Gefühl« oder gar »das Bewusstsein der Empfindung zu vermitteln« aber noch viel weniger anzunehmen: »dass die graue Substanz die ursprünglich empfindliche Parthie des Rückenmarks sei, welche den hintern Strängen und Wurzeln die Empfindlichkeit mittheile.«

Keine aller dieser Behauptungen lässt sich aus den ihr zum Grunde gelegten Versuchen beweisen. Die graue hintere Susbtanz enthält nur die meisten sensiblen Fasern, welche hier wie schon oft erwähnt mit Ganglienkugeln belegt werden, ehe sie sich weiter verbreiten. Ihre Durchschneidung hebt daher die Fortleitung zum Gehirne auf. Bleibt sie allein stehen, ohne die weisse Substanz, so ist bei Säugethieren wenigstens die Gefühlsreaction geringer, weil eine Anzahl von Fasern nicht mehr zum verlängerten Marke und resp. Gehirn (s. u.) gelangen kann. Endlich ist die graue Substanz durchaus nicht als ursprünglich empfindliche Parthie des Rückenmarks zu betrachten, weil sie bei weitem weniger empfindlich ist, als die oberste Fläche. Man kann bei jedem Säugethiere sich überzeugen, dass von oben (hinterer Rückenmakshälfte) nach unten (vordrer Rückenmarkshälfte) die Empfindlichkeit des Rükkenmarks abnimmt und dass keineswegs die graue Substanz eine Ausnahme macht. Es ist zwar wahr, dass an der Stelle, an welcher die *substantia gelatinosa* sich befindet, die Empfindlichkeit am längsten anhält, aber die Ursache liegt, wie bereits oben erwähnt, nicht in der grauen Substanz, sondern in den Gefühlsnerven selbst, welche an ihrem Austritte empfindlicher sind, als da wo sie in dem

Rückenmarke verlaufen; sowie die Nervenstämme selbst sowohl bei geköpften als unverletzten Fröschen weniger empfindlich sind, als die feinsten Verbreitungen in der Haut. Vgl. Volkmann in Müll. Arch. 1838 p. 25. M. Hall ebendas. 1840 p. 463.

Werden die Hinterstränge (weisse und graue Substanz) bei Fröschen ganz durchschnitten, und bleiben die Vorderstränge unversehrt, so entsteht durch Reizung der Hinterpfoten Gefühlsreaction in den Körpertheilen hinter der Durchschnittsstelle. Stilling (p. 113) sah niemals solche in den Theilen vor der Durchschnittsstelle. Die Augen werden nicht geschlossen und eingezogen, die Vorderpfoten bewegen sich nicht gegen die gereizte Stelle hin. — Dies ist jedoch auch nur Regel, während bei andern Fröschen die bestimmtesten Reactionen im Vorderkörper eintreten. Will ich meine eignen Erfahrungen hier auch gar nicht erwähnen, so kann ich das eben Behauptete durch einen andern Versuch des genannten Schriftstellers selbst beweisen. Pag. 125 lesen wir folgende durchaus wahre und naturgetreue Beobachtung: »Oeffnet man einem Frosche den Rückenmarkskanal von hinten her, indem man den dritten und vierten Wirbelbogen wegnimmt, schneidet alsdann das Rückenmark eine Linie unter dem Abgang der Wurzeln für die Vorderpfoten durch einen Querschnitt durch und bringt auf eine Vorderpfote einen Tropfen Essigsäure, so bewegt sich (zuweilen Ref.) die entsprechende Hinterpfote derselben Seite an die gereizte Stelle der Vorderpfote und wischt den gereizten Körper eben so ab, als wäre der Frosch unverletzt.«

Wenn also Gefühlsreaction zuweilen nach völliger Durchschneidung des Rückenmarks noch eintritt, so bedarf es des Nachweises nicht, dass sie auch dann in den Vorderpfoten möglich ist, wenn blos der hintere Strang durchschnitten ist.

Bei Säugethieren zeigt sich dasselbe Resultat, wie ich bereits oben ein hierhin gehörendes Beispiel ausführlich erwähnt habe. Ich kann also auch hinsichtlich der Säugethiere der Behauptung von Stilling nicht beistimmen, dass nach Durchschneidung der hintern weissen und grauen Substanz die Empfindung ganz und gar vernichtet ist.

Man beobachtet gar nicht selten bei Säugethieren nach jeglicher Verletzung irgend eines Rückenmarkstheiles Gefühllosigkeit der Haut. Mit Recht bemerkt Stilling p. 112, dass nach Bloslegung des Rückenmarks von der Brusthöhle aus noch so heftige Reizung der Hinterpfote keine Schmerzäusserung hervorzubringen vermöchte. — Aber man glaube ja nicht, dass wegen des stärkern Eingriffs diese Erscheinung auftrete. Die Eröffnung von der Brustseite aus hat während der Operation bei weitem weniger Reaction im Gefolge, als die von der Hinterfläche aus. Aber durch blossen Luftzutritt zu irgend einer Stelle des mit seinen Häuten noch bedeckten Rückenmarks sieht man diese eintreten; man beobachtet sie bei Eröffnung von hinten, wie von vorn. Dabei ist auch die Hautempfindlichkeit namentlich bei Katzen so sehr verschieden, dass man in der That sich überaus leicht täuschen kann. Man sieht hier bei unverletzten wie verletzten Thieren die auffallendsten Beispiele. Zuweilen scheint einer eben beobachteten Empfindungslosigkeit gleich nachher die heftigste Reaction zu folgen und man weiss, was man vor sich sieht, sich gar nicht zu deuten. — Sicherer ist es, Nerven selbst zu prüfen z. B. den *N. ischiadicus.*

Hat man recht viel Versuche gemacht, so kommt man bald zur Ueberzeugung, dass es nicht einen einzigen Theil des Rückenmarks bei Säugethieren giebt, der ohne Einfluss auf das Gefühl sei. Vergebens sucht man eine ganz bestimmte Abgränzung. Glaubt man zu diesem Resultate bei dem einen Versuche gelangt zu sein, so wird man bei einem neuen wieder andrer Ansicht. Man mag bloslegen,

verletzen und zerstören, welchen Rückenmarkstheil man auch will, es bleibt selten die Einwirkung auf die Gefühlsreactionen aus. Von dem Gedanken einer völligen Trennung der Fasern kömmt man, je mehr, je vorurtheilsfreier man untersucht, desto bestimmter ab; so gerne man eine so durchgreifende Norm anzunehmen, sich geneigt fühlt.

Ebenso wenig, als man der hintern grauen Substanz die eigenthümliche Fähigkeit beilegen darf, das Gefühl zu vermitteln, ebenso wenig und noch viel weniger wird der Willenseinfluss durch die vordre graue Substanz allein fortgeleitet. Denn es lässt sich auf's bestimmteste der grosse Einfluss darthun, den die oberflächlichste Verletzung der hintern Rückenmarksfläche auf willkührliche Bewegung äussert. Man lege einem Hunde, einer Katze oder einem Kaninchen, einerlei an welcher Stelle, das Rückenmark blos. Sind alle Häute unverletzt, so ist oft (jedoch auch dann nicht immer) die Bewegung der Hintertheile ganz unversehrt geblieben. Werden die Häute entfernt, so ist zwar fast beständig die Bewegung hierdurch vermindert, das Thier ist viel schwächer geworden an dem Körpertheile unter dem Schnitte, aber eine wirkliche Lähmung ist doch selten. Streicht man nun mit einer Nadel, die man etwa 1 Linie oder noch weniger tief in die hintre Fläche unter den heftigsten Schmerzäusserungen einsenkt, von einer Seite zur andern, lässt hierauf das Thier los, so erkennt man auf der Stelle die bedeutende Veränderung, welche eingetreten ist. Das Thier schleppt seine Hinterbeine wie eine angebundene Last mit sich fort. — Ich weiss diese Erscheinung nicht anders zu erklären, als dass die innere Erregung, welche Veranlassung zu den Bewegungen des Thieres wird, entweder nicht von den Hintertheilen zum Gehirne gelangt, oder dass die Leitung vom Gehirn aus unterbrochen ist. Das Thier schleppt die Hinterbeine eben so, wenn es an irgend einer Körperstelle gereizt wird, als wenn es ohne Reizung (spontan)

sich zu bewegen strebt. In dem einen Fall, wenn das Thier nämlich am Vorderkörper gereizt wird und die Hinterbeine beim Entweichen nachschleppt, ist erwiesener Massen diese Fortbewegung durch innere Erregungen bedingt. Sie ist willkührlich. Sie geht vom grossen Gehirn aus und bleibt weg, sobald dies entfernt ist. Sie wird von den Centraltheilen aus durch die motorischen Nerven in den Muskeln erregt. Es ist wahrscheinlich, dass die Gefühlsfasern des Rückenmarks bei diesem Acte nicht betheiligt sind. Es folgt zugleich, dass auch in der Hinterfläche des Rückenmarks Bewegungsfasern liegen. Jedenfalls wird die durch Vorstellungen bedingte (willkührliche) Bewegung sehr beeinträchtigt durch Verletznng des Hinterstranges. Der vordre kann daher nicht allein den Willenseinfluss leiten.

Das genannte Phänomen ist gewöhnlich so frappant, dass man auf den ersten Anblick zur Annahme sich geneigt fühlt, als geschähe die Leitung des Willenseinflusses vom Gehirne aus grade durch den hintersten Theil der weissen hintern Substanz.

Auch bei Fröschen wird durch Ein- oder Wegschneiden der hintern grauen Substanz, (wie dies Stilling mit vollem Rechte angiebt), die Richtigkeit, Zweckmässigkeit, Energie und Ausdauer der willkührlichen Bewegungen sehr beeinträchtigt. (p. 137.)

Wenn also einerseits aus diesen Thatsachen hervorgeht, dass die willkührlichen Bewegungen schon durch Verletzung des hintern Stranges sehr geschmälert werden, so weisen die Versuche von van Deen nach, dass selbst dann noch willkührliche Bewegungen bei Fröschen entstehen, denen das Rückenmark am dritten Wirbel bis auf einige Fasern der vordern weissen Substanz gänzlich durchgeschnitten ist. (Vgl. Vers. 30 und 50.) Doch möchten diese Erfahrungen noch weiterer Bestätigung bedürfen.

Wird die vordere Rückenmarkshälfte durchschnitten, so ist grade so, als ob die hintere durchschnitten wäre, die Fähigkeit zu willkürlichen Bewegungen in den hinter dem Schnitte gelegenen Theilen aufgehoben, vielleicht noch mehr. Dies wird bei Fröschen und Säugethieren beobachtet. Wird nur die weisse Substanz durchgeschnitten, bleibt hingegen die graue, so sollen nach Stilling Frösche durch diese Operation in den Bewegungen aller unter dem Schnitte gelegenen Theile nicht behindert sein, so dass man glauben könnte, das Rückenmark sei unverletzt. (p. 118.) Dabei gesteht er aber, dass ein vollständiges Hüpfen gewöhnlich nicht möglich sei, weil durch Wegnahme der Wirbelkörper die Wirbelsäule ihre Festigkeit verloren hätte, da man bei solchen Fröschen, noch ehe das Rückenmark verletzt worden wäre, bemerke, dass ihr Kopf und Vorderkörper über den Hinterkörper sich zurückschlage. (p. 119.) — Dieselben Versuche sollen sich bei jungen Katzen auf fast eben so evidente Weise bestätigen. — Der Schluss, den Stilling aus seinen Versuchen zieht, heisst also: nach Trennung beider Vorderstränge (weisse Substanz) bestehen die willkührlichen Bewegungen aller unter dem Schnitte gelegenen Theile fort.

Ich habe diese Versuche an Fröschen wiederholt. Ich legte bei einigen die untere Fläche des obersten Rückenmarks, gleich unter dem verlängerten Mark, bei anderen Fröschen das Rückenmark in der Gegend des vierten und fünften Wirbels von der Bauchseite aus blos. Ich stach ein Staarmesser so ein, dass die graue vordere Substanz wenig oder gar nicht verletzt ward, und schob es wie beim Cornea-Schnitt von einer Seite zur andern fort, wodurch ein Lappen entstand, der von der vordern weissen Masse gebildet wurde. Nach der Operation lag der Frosch wie leblos da, er machte eine Zeit lang nicht die geringste Bewegung, man konnte ihn mit der Hand anfassen wie man wollte; man konnte ihn auf den Rücken legen, ohne

dass er sich umwendete. Nach einiger Zeit fing er sich wieder zu regen an, indem er die Vorderbeine von sich stiess. Bei denen Thieren, welchen in der Gegend des vierten Wirbels das Rückenmark verletzt war, war die Bewegung der Hinterbeine, welche auch bald eintrat, offenbar viel geringer. Sie zogen die Hinterbeine an und bewegten sich mit dem Vorderkörper fort, jene liegen lassend. Kein so behandelter Frosch war im Stande, seinen Hinterkörper in dem Grade zu gebrauchen, dass man von einem ungehinderten Fortbestehen des Willenseinflusses sprechen konnte. Bei einem Frosche, dem die weisse Substanz des obersten Rückenmarkstheils weggenommen worden war, trat spontan ebenfalls Bewegung ein, jedoch in bedeutend geringem Grade.

Aber will man sich noch bestimmter überzeugen, so durchschneide man von der Brustseite aus einem Säugethiere nur die weisse Substanz des Rückenmarks und betrachte seine Bewegungen, nachdem es auf die Erde gelegt ist. Gewiss wird Niemand den grossen Unterschied zwischen vordern und hintern Extremitäten verkennen; die Bewegungen sind, obwohl bei vielen Thieren noch zu vollbringen möglich, doch schon so beeinträchtigt, dass es bei dem ersten Anblick auffällt. — Die Lähmung hingegen steigert sich und wird vollständig, je tiefer man schneidet und mit der Wegnahme der grauen Substanz ist die Bewegung zum grössten Theile und in den meisten Fällen dahin.

Es giebt also keine eigenthümlichen Theile des Rückenmarks, durch welche der Willenseinfluss vermittelt wird, es giebt keine eigenthümlichen Fasern, welche die im Gehirn erzeugten Thätigkeiten zu den Nervenwurzeln fortpflanzen. Es giebt vielmehr im Rückenmarke nur motorische und sensible Fasern, daneben Ganglienkugeln in verschiedenen Entwickelungsstufen.

Die motorischen Fasern werden in Thätigkeit gesetzt, wenn sie von gewissen andern Faserarten berührt werden, die sich ebenfalls in Thätigkeit befinden; mögen nun diese andern Fasern sensible, sensuelle oder Grosshirnfasern sein. Alles das macht keinen Unterschied, sobald nur die Berührung lange genug ist, dass eine Mittheilung möglich wird.

Es wirkt eine eigenthümliche, Erhaltung bedingende, Zweckmässigkeit zeugende Kraft in den Centraltheilen des Nervensystems, die mit einer Freiheit sich äussert, dass die Normen ihrer Thätigkeit bisher vergebens aufgeführt wurden. Bei Amphibien ist sie selbst noch in jedem Rückenmarkstheile erkenntlich und zwar sehr stark bei Bewegungen, die von äussern Erregungen ausgehen (Reflexbewegungen), nur schwach, jedoch ganz deutlich bei solchen, die von innern Erregungen ausgehen (willkührliche Bewegungen.) Auf beide ist das grosse Gehirn von Einfluss, auf letztere mehr, als auf erstere. (s. u.) — Bei Säugethieren findet man im Allgemeinen dasselbe, doch ist der Einfluss des Gehirns hier ungleich bedeutender.

§. 12.

Sogleich nach der Enthauptung eines Thieres entstehen sehr heftige Bewegungen. Haben diese aufgehört, so folgt ein Zustand der grössten Ruhe. Reizungen, welche einige Zeit nachher sogleich die heftigsten Reactionen veranlassen, bleiben ohne Wirkung. Man kann z. B. einen enthaupteten Frosch, welcher wieder zur Ruhe gekommen ist, mit der Hand anfassen, kann seine Glieder strecken und beugen, man sieht keine Bewegungen. Wartet man noch einige Minuten, so hat sich, wie hinlänglich bekannt, die Scene geändert. Ich erwähne die unter dem Namen Reflexbe-

wegungen oft beschriebenen Erscheinungen nicht weiter und wende mich sogleich zur Erforschung des Gehirneinflusses auf Gefühlsreaction und Reflexbewegung, welcher in beiden Fällen ganz gleich ist.

Die Reizlosigkeit, welche nach der Enthauptung folgt, ist bei einzelnen Fröschen und in verschiedenen Jahreszeiten nicht gleich. Es lassen sich hierüber keine bestimmte Gesetze auffinden. Um den Einfluss kennen zu lernen, hielt ich es für das Geeignetste, Fröschen zuerst die Hälfte des grossen Gehirns wegzunehmen, sie dann, nachdem einige Zeit vorüber gegangen war, zu enthaupten. Ich dachte auf diese Weise die etwaige Wirkung des grossen Gehirns auf das Rückenmark bei Fröschen erkennen zu müssen, da ich dann die eine Hälfte durch die andere gleichsam controlliren konnte. In der That erkannte ich auch bald, dass ein solcher Einfluss der Gehirnmasse (grosses und kleines Hirn zusammen genommen) statt finde. Im Anfange meiner Untersuchungen kamen mir jedoch so viele widersprechende Erscheinungen vor, dass ich keinen Sinn in dieselben zu legen vermochte. In dem einen Versuche war die Gefühlsreaction auf der Seite, auf welcher der Frosch gehirnlos war, energischer, andauernder, rascher erfolgend, als auf der andern; in einem andern war es grade der entgegengesetzte Fall, in einem dritten fand ich zwischen beiden Seiten keinen Unterschied. Ich glaubte bei allen auf gleiche Weise verfahren zu sein, die äussern Umstände schienen nicht verschieden, und doch wichen die Resultate so sehr ab. Bei fortgesetzter Beobachtung entging es mir nicht, dass die Gefühlsreaction in denselben Theilen sogar nach verschiedener Zeit umgewandelt war. Ich konnte z. B. an einem Theile die ausgedehnteste Gefühlsreaction durch Reizung hervorrufen und war eine halbe Stunde früher an demselben Theile nicht vermögend gewesen, die geringste Spur von Bewegung zu erzeugen.

Es war daher erforderlich, eine grosse Reihe von Versuchen anzustellen, aus welchen ich folgende Resultate ziehen konnte.

(Alle diese Versuche dürfen nur an minder reizbaren Fröschen, daher in den Wintermonaten gemacht werden, weil es zu andrer Zeit schwer hält, den Grad der Reaction zu schätzen.)

1. Nimmt man einem Frosche die Hälfte der ganzen Gehirnmasse bis zu dem verlängerten Marke weg, so dass nur die andere Hälfte noch in der Schädelhöhle zurückbleibt, so ist gewöhnlich die Reaction, welche nach einer Hautreizung entsteht, geringer, als vor der Operation. (Zuweilen kömmt es bei weiblichen Fröschen vor, dass concentrirte Schwefelsäure auf den Oberschenkel gebracht, nicht die geringste Bewegung veranlasst. Doch ist dies nur selten.)

2. Auf der Körperseite, auf welcher das halbe Gehirn weggenommen worden ist, die also ihres Gehirneinflusses nicht beraubt ist, bemerkt man sehr bald nach der Operation, was vielleicht nicht vermuthet wird, eine geringere Empfindlichkeit als auf der andern, welche nicht mehr vom Gehirn beherrscht ist.

Bei einem Frosche, dem z. B. die rechte Gehirnhälfte ganz und gar aus dem Schädel entfernt war, zeigte die linke Körperhälfte nach Reizung gleich nach der Operation eine bedeutend stärkere Reaction als die rechte, welche bekanntlich vom linken Gehirn abhängt. (Man findet, wenn man viele Versuche im Winter anstellt, Exemplare, bei denen auf der gesunden Seite keine Spur von Reaction ist, während sie deutlich auf der andern beobachtet wird. — Seltner sieht man die Erscheinung am hintern als an dem vordern Körpertheile. An dem hintern sind häufiger beide Seiten gleich empfindungslos. —)

3. Diese Erscheinung ist vorübergehend, sie dauert bei einzelnen Fröschen durchaus nicht gleich lang, verschwindet oft so rasch, dass sie der Beobachtung ganz und gar entgeht. Nach längerer oder kürzerer Zeit ist kein Unterschied zwischen beiden Seiten wahrzunehmen; die Reactionen sind gleich stark, welche nach Reizung entstehen. z. B. Einem Frosche wurde die linke Hälfte der ganzen Gehirnmasse völlig weggeschnitten und aus dem Schädel entfernt. Die Operation geschah um 9 Uhr 30 Minuten im Dezember. Sogleich nach derselben war die Empfindlichkeit überhaupt sehr gering und Reizung vieler Hauptstellen hatte keine Reactionssymptome zur Folge. Doch zeigte das rechte Vorderbein sehr deutliche Zeichen, das linke keine Spur. — Um 9 Uhr 45 Minuten konnte kein Unterschied bemerkt werden. — Beachtenswerth schien mir, dass in diesem, sowie in vielen andern Versuchen der Oberschenkel auf beiden Seiten überaus unempfindlich sich zeigte. Die stärksten Reize wurden vergebens angewendet, die sogleich zu beschreibende Veränderung in der Reactionsfähigkeit erschien hier am spätesten.

4. Früher oder später tritt eine Zeit ein, in welcher die ohne Gehirneinfluss stehende Körperhälfte auffallend weniger Gefühlsreaction zeigt, als die andere. Dies geschieht zuweilen schon nach einer halben, zuweilen erst nach 2 bis 4 Stunden.

So war z. B. bei dem oben erwähnten Frosche um 10 Uhr 20 Minuten, also fast nach einer Stunde die linke Seite empfindlicher, als die rechte, ihres Gehirneinflusses beraubte, besonders an manchen Stellen; während andere gleiche Reaction zeigten. —

Ich habe die erwähnten Versuche sehr oft wiederholt, um mich von ihrer Richtigkeit zu überzeugen. Sie gaben mir dasselbe Resultat. Die Modificationen, welche ein-

treten, waren nur der Zeit nach. Zuweilen verging der erste Zeitraum überaus rasch, in andern Fällen dauerte er auffallend lang. —

In fast allen Fröschen stellte sich die Empfindlichkeit auf beiden Seiten wieder her, in andern schien aber der Unterschied bis zur vollständigsten Reizlosigkeit zu bleiben. Am häufigsten war in der einen, des Gehirneinflusses beraubten Seite, die Reaction schon ganz verschwunden, während auf der andern die deutlichsten Spuren sich noch kund gaben. Dass hier wie bei allen Versuchen der Art sehr frappante, überzeugende Fälle neben andern, die in Ungewissheit lassen, vorkommen, brauche ich nicht zu erwähnen.

Um die angegebnen Erscheinungen zu erklären, muss man wissen, dass zu derselben Zeit, in der ich die erzählten Versuche anstellte, die Reactionsfähigkeit der Frösche leicht schwindet. Ich habe z. B. bemerkt, dass bei Fröschen, welche mit geöffneter Brusthöhle auf ein Brettchen fest gebunden waren, ohne dass etwas mit ihnen vorgenommen wurde, sich schon dann keine Bewegungen nach Reizung mehr zeigten, wenn das Herz nur anfing langsamer zu schlagen. Auch bei enthaupteten Fröschen hören die Reflexbewegungen viel rascher auf; es ist gar nicht selten, dass nach einer Stunde, ja nach einer halben, jede Reizung vergeblich angewendet wird. —

Ferner ist der Zeitraum der Ruhe, welcher den Zukkungen nach der Enthauptung folgt, im Winter gewöhnlich gar nicht zugegen oder doch so rasch vorübergehend, dass er leicht unbeachtet bleibt; meist fehlt er, wie gesagt, ganz. Sogleich nach der Enthauptung kann man die Versuche beginnen. Zu jeder Jahreszeit aber sind die Reactionen nach der Enthauptung stärker, als vor derselben. Diese Thatsache ist schon so oft angegeben worden, dass wir sie als feststehend betrachten können. Sie lässt nur eine Erklärung zu. Das Gehirn muss, so lange es auf

das Rückenmark einwirken kann, verhindern, dass die mögliche Reaction nicht eintreten kann.

Wenn durch Entfernung der ganzen Gehirnmasse eine Thätigkeit im Rückenmarke lebhafter auftreten kann, so muss auch in einer Hälfte dasselbe beobachtet werden, wenn auf diese allein das Gehirn keinen Einfluss hat. Daher ist es zu erklären, dass die entsprechende Körperhälfte nach der Wegnahme des halben Gehirns mehr Reaction zeigt. — Wir haben uns oben die Action der Nerven im Rückenmarke zu deuten versucht. Wenden wir das dort Aufgestellte jetzt an. Die rechte Hälfte des Rükkenmarks sei ohne Gehirneinfluss, die linke entsprechende Seite sei nämlich ganz aus der Schädelhöhle herausgenommen. Man bringe einen Reiz, z. B. einen Tropfen Schwefelsäure, auf eine Hautstelle des rechten Körpers. Die Gefühlsnerven werden an dieser Stelle in einen veränderten Zustand versetzt; von Theilchen zu Theilchen geht dieser Zustand weiter fort. Er ist nicht im Stande das Gehirn zu afficiren, weil es weggeschnitten ist. Die Mittheilung zu den motorischen Wurzeln geschieht nothwendig in ausgedehnterem Grade. Bestände das Gehirn noch, so würde die Veränderung in den Gefühlsfasern sich zum Theil bis ans centrale Ende fortpflanzen, es würden Bewegungen durch Gehirnenergien veranlasst entstehen; nun aber entladen sich (wenn ich so sagen darf) sämmtliche Fasern schon im Rückenmarke, es entsteht stärkere Reaction.

Die Erscheinung, dass die Körperhälfte, deren Nerven mit dem Gehirn noch communiciren, nach der Wegnahme der andern Gehirnhälfte weniger Empfindlichkeit zeigt, möchte ich mit einigen andern auf gleiche Linie stellen. Nach Wegnahme der Leber, des Herzens, des Darmkanals, des untern Rückenmarks bemerkt man kurze Zeit nach verrichteter Operation eine höchst auffallende Abnahme der Gefühlsreaction. Wenn diese Erscheinung vielleicht,

wie ich vermuthe, vom Gehirn ausgeht, oder doch durch dasselbe vorzugsweise bedingt wird, so erklärt sich, wie auf der Seite, wo dies Organ noch herrschend wirkt, die Empfindlichkeit geringer, als auf der andern ist. — Mit Bestimmtheit weiss ich jedoch diese oft gesehene Thatsache nicht zu deuten.

Am schwierigsten scheint es, zu bestimmen, weshalb nach einiger Zeit die Reactionsfähigkeit in der des Gehirneinflusses beraubten Rückenmarkshälfte so bedeutend abnimmt, und dann bei vielen Thieren später zurück kehrt. Ich habe die Ursache dieser Erscheinung, welche sich wie wir sehen werden auch aufs deutlichste bei Säugethieren beobachten lässt, bereits schon im ersten Hefte angedeutet. Das grosse Gehirn besitzt nämlich die merkwürdige Eigenschaft, dass motorische und sensible Fasern so lange sie mit ihm in Verbindung stehen, durch dasselbe befähigt werden, ihre Functionen auszuüben. Ist das Gehirn entfernt, so tritt eine Lähmung der Bewegung ein, welche um so eher wieder schwindet, je weiter das Thier von dem Menschen entfernt ist. Es folgt nun freilich aus diesen Erfahrungen, dass die motorischen Nerven auch Bewegungen veranlassen können, ohne dass ein Gehirn existirt. So lange es aber besteht, liegt auch in ihm die Quelle zur Befähigung der motorischen Fasern. Ist es entfernt, dann erwacht von Neuem nach einiger Zeit eine schlummernde Kraft. Das Thier ist dann gleichsam dem embryonalen Zustande oder den tiefer stehenden Thieren wieder nahe getreten, in welchen noch gar keine Concentration sichtbar ist. Das Band, welches zwischen grossem Gehirn und dem Rückenmarke besteht, ist nicht uranfänglich da, sondern bildet sich erst später. Ist es gelöst, so tritt die ursprüngliche Thätigkeit wieder aus ihrer Abhängigkeit heraus. — (Auf ähnliche Weise sieht man die ungefärbten und die gefärbten Körnchen, welche sich später zu Blutkörperchen vereinen, in dem Gefässraum der Keim-

haut sich fortbewegen, ehe noch der dichtere wie ein langer Strich erscheinende Körnerhaufen, welcher später zum Herzen wird, sich bewegt, also gewiss auch eher, als das Herz die Triebkraft des Blutes ausmacht.*) Besteht einmal diese Kraft, so nimmt die eigene Bewegung ab.

In den Actionen der sensiblen Nerven stossen wir auf ganz ähnliche Phänomene. So lange die sensiblen Fasern vermittelst des Rücken- und verlängerten Marks mit dem Gehirne in Verbindung stehen, ist dies als das Organ zu betrachten, welches jene Fasern zur Gefühlsfunction befähigt. Ist das Gehirn nicht mehr vorhanden, so erlischt allmählich (nicht plötzlich) der beherrschende Einfluss, gleich als seien die Fasern mit einer Kraft geladen, die ihnen nicht angehört; die sensiblen Fasern bekommen dann die Fähigkeit wieder, welche sie bisher, wenn ich so sagen darf, der autokratischen Uebermacht des Gehirnes abgetreten hatten und die bisher eine ihnen mitgetheilte war.

Wir sehen diese Erscheinung bei Fröschen, wir sehen sie bei Säugethieren, wir sehen sie beim Menschen.

Wir finden also einen merklichen Unterschied zwischen motorischen und sensiblen Fasern. Die jenen inwohnende Kraft kehrt z. B. bei Menschen, bei denen Gehirntheile durch Druck unthätig wurden, nicht mehr zurück; bei Säugethieren leichter, schon rasch bei Vögeln, schwindet bei Amphibien. — Die sensiblen Fasern hingegen erfahren nur eine gewisse Zeit hindurch den Gehirneinfluss, nachher regt sich das Eigenleben, sie existiren, wirken ohne Gehirn.

---

*) Ich kann diese Thatsache, welche nicht von allen Physiologen angenommen wird, durchaus bestätigen. Ich habe mich zum Oeftern an der Keimhaut des bebrüteten Hühnereis im Anfange und Verlaufe des zweiten Tags von der Wahrheit aufs vollständigste überzeugt. Was die Ursache der Körnerbewegung sei, ist nicht zu ermitteln, dass sie aber auch in den ungefärbten Körnern schon bestehe, ist ohne Zweifel.

Ich habe an 8 Katzen, 2 Hunden, 4 Kaninchen, 2 Hahnen und 1 Taube Versuche über diesen Gegenstand angestellt, von denen ich hier die wichtigsten mittheile.

1. Wurden einer Katze oder einem Hunde die beiden Hälften des grossen Gehirns bis an das *cerebellum* weggenommen, so zeigten sich, nachdem den Thieren eine Zeit lang Ruhe gelassen war, die Reactionen nach Reizungen sehr empfindlicher Theile z. B. des blosgelegten *N. ischiadicus* ungleich geringer, als vor der Operation und als dies gewöhnlich bei solchen Thieren der Fall zu sein pflegt.

Dass diese Erscheinung nicht vom Blutverluste herrührt, erweist sich sehr leicht daraus, dass bei manchen Thieren sogleich nach vollbrachter Operation die Empfindlichkeit keineswegs geringer zu erscheinen pflegt, sondern dass gewöhnlich die Abnahme erst nach einiger Zeit beobachtet werden kann.

Diese Abnahme der Empfindlichkeit ist keine bleibende Erscheinung; die Dauer derselben ist bei verschiedenen Thierindividuen verschieden, so dass man oft gar keinen Einfluss annehmen zu können glaubt und eine Reihe von Versuchen angestellt haben muss, um zur sichersten Ueberzeugung zu gelangen; oft aber auch so frappante Beispiele vor sich sieht, dass jeder Zweifel schwindet.

So konnte ich bei einem Hahne, welchen ich zu demselben Versuche benutzte, nach Wegnahme des ganzen Gehirns bis zum verlängerten Marke keine Veränderung der Reaction bemerken.

2. Einer alten Katze wurde die ganze linke Hälfte des grossen Gehirns von den umgebenden Theilen losgeschnitten und völlig aus der Schädelhöhle entfernt, die leere Stelle mit Schwamm ausgestopft. Wie gewöhnlich war die Bewegung der rechten Seite aufgehoben, das Thier fiel beständig auf diese Seite. Wenn es auf der Erde lag, neigte es sich nach links. Es drängte sich

gerne nach der Wand und hatte oft das Ansehen, als wollte die Katze zur Wand hinauf springen oder sie einstossen. So sonderbar war das Benehmen, welches das Thier zeigte. — Ich legte auf beiden Seiten den *N. ischiadicus* blos. Die Operation war am rechten Schenkel ganz schmerzlos, das Thier rührte sich nicht, bis der Nerve dalag. Ich fasste ihn mit der Pinzette, es entstanden zwar einige Zuckungen und das Thier wehrte sich etwas, aber die Stärke dieser Reactionen konnte nur als höchst unbedeutend betrachtet werden. — Welcher Unterschied zeigte sich hingegen auf der andern Seite. Schon der Hautschnitt brachte die lebhaftesten Reactionen hervor; als ich aber in die Nähe des *N. ischiadicus* kam, als ich ihn mit der Pinzette zu fassen beabsichtigte, zeigte sich das Thier in seiner ganzen Wuth, schrie, biss um sich, streckte die Krallen aus und es kostete Mühe, es zu bändigen. — Ich brannte hierauf die rechte Hinterzehe, und musste über eine Minute das Licht an die Tatzen halten, ehe das Thier sie hinwegzog; kaum hatte ich hingegen die brennende Kerze wenige Sekunden an die linke Tatze gebracht, so zeigten sich die entschiedensten Reactionen. — Ich durchschnitt hierauf mit aller Leichtigkeit den rechten *N. ischiadicus*. Dieselbe Verschiedenheit sah ich auch an den vordern Extremitäten.

3. Bei einer andern Katze wurde dieselbe Operation mit demselben Erfolge gemacht. Alle die angegebenen Versuche zur Ermittelung der Empfindlichkeit wurden angestellt, nur der *N. ischiadicus* nicht durchschnitten. — Man liess das Thier eine halbe Stunde ganz in Ruhe, prüfte von Neuem, prüfte nach 2, nach 5 Stunden zum dritten, zum vierten Male, — keine Art von Reizung wurde unversucht gelassen in beiden Extremitäten, aber die Reactionen waren beiderseits ganz gleich. Nicht der geringste Unterschied gab sich kund.

Ich will der Versuche nicht mehrere erwähnen, nur im Allgemeinen will ich bemerken, dass bald früher, bald später die Gleichheit in der Empfindlichkeit eintrat, bei einem Thiere deutlicher, als bei dem andern.

Wir sehen also bei Säugethieren dieselben Vorgänge wie bei Fröschen, nur Modificationen treten auf. Auch das zeigt sich zuweilen bei Säugethieren, dass sogleich nach der Operation die Körperseite welche der fehlenden Gehirnhälfte entgegengesetzt ist, grössere Empfindlichkeit als die andre zeigt. Doch sah ich dies nur Ein, höchstens 2 Mal. Bei Vögeln habe ich am wenigsten deutlich die einzelnen Stadien beobachten können. Sehr bald erschien vollständige Gleichheit auf beiden Seiten.

Nimmt man einem Säugethier oder einem Vogel ausser dem grossen Gehirn auch noch das ganze kleine und die Brücke hinweg, so dass die Schädelhöhle ausser dem verlängerten Marke ganz leer ist, so sind die Erscheinungen durchaus dieselben. In der Regel sterben Säugethiere rasch nach vollendeter Operation. Lebt eines länger, so kann man auch hier, wenn beide Hälften aller Gehirn-Theile entfernt sind, eine vorübergehende Abnahme und den Wiedereintritt der Empfindung in beiden Körperhälften; und wenn nur Eine Hirnhälfte zerstört war, in der entgegengesetzten Körperseite beobachten. Auch bei einer Taube, der hinter dem kleinen Gehirn die Nervenmasse durchschnitten war, nachdem vorher Vorsorge für die Blutungen genommen, schwand die Reactionsfähigkeit und zeigte sich dann von Neuem. Doch waren auch bei dieser Taube die Erscheinungen nicht mit Bestimmtheit ausgesprochen. Ein Kaninchen, dem ebenfalls bis aufs verlängerte Mark alle Gehirntheile entfernt waren und das nur wenig Blut verloren hatte, schrie erbärmlich und stiess mit seinen Hinterbeinen, als der *N. ischiadicus* blosgelegt und mit einer Pinzette gefasst worden war.

Bei Fröschen ist es nicht erforderlich, Hemisphären, kleines Gehirn und Zweihügel zu entfernen, die Wegnahme der Hemisphären allein genügt um dieselben Beobachtungen zu machen, welche man nach Zerstörung aller jener Theile sieht. Ich führe ein Beispiel hier an. Einem weiblichen Frosche wurde die Schädelhöhle geöffnet, die Häute entfernt, in die Trennungslinie zwischen beide Hemisphären von den Zweihügeln an ein Messer bis zum Knochen eingesenkt und weiter so nach vorn geführt; dann ein Querschnitt vor dem linken Zweihügel gemacht und mit dem flachen Masser die linke Hemisphäre weggehoben. Gleich nach der Operation, 8 Uhr 30 Minuten, betupfte ich die linke Vorderextremität mit einem Tropfen *Acid. sulphur. concentrat.,* Reaction fast null; dann die rechte, Reaction sehr bedeutend. Hierauf bestrich ich die rechte Rückenseite mit demselben Mittel, in demselben Momente beugte und krümmte sich das Thier und brachte seine Vorderextremitäten an die Stelle hin. Sodann verfuhr ich ebenso an der linken Seite; ich musste länger und stärker tupfen, ehe viel geringere und viel rascher vorübergehende Reactionen eintraten. An den Zehen der hintern Extremitäten fehlte hingegen beiderseits jede Reaction.

Um halb 10 Uhr, also grade nach einer Stunde, führte ich eine mit concentrirter Schwefelsäure betupfte Nadel hinter das rechte Auge, sogleich beugte sich der Frosch weg, drehte sich auf dem Brettchen, auf dem er befestigt war, um, zog den Bauch ein, wischte mit den beiden Vorderextremitäten (vorzugsweise der rechten) an der verletzten Stelle etc. — Ich reizte hierauf in derselben Art dieselbe Stelle links und fand ganz gleiche Reactionen. Auch an der ganzen Vorderextremität war zwischen den beiden Seiten kein Unterschied. — Auf der Haut des Rükkens hingegen war es anders. Ich bestrich zwei bis drei Mal die rechte Seite, kaum traten leise Spuren von Reaction ein; sobald ich hingegen die linke Seite an dersel-

ben Stelle berührt hatte, so krümmte sich der Frosch, machte die verschiedenartigsten bekannten abwehrenden und schützenden Bewegungen. Auch der Oberschenkel zeigte dieselbe Verschiedenheit, obwohl beiderseits die Reaction geringer war. Auch jetzt noch waren die Zehenglieder die unempfindlichsten Theile; jedoch bewegte sich die Spitze des linken gereizten Hinterfusses ganz deutlich, hingegen keine Spur von Bewegung am rechten bemerklich wurde. —

Um 10 Uhr 10 Minuten waren beide Seiten gleich empfindlich oder vielmehr gleich wenig empfindlich; man konnte nirgends einen Unterschied bemerken, als noch an den Zehen des Hinterbeins denselben als vor $^3/_4$ Stunden.

(Nach jeder Reizung wurde lange genug gewartet, um nicht die Reactionen, welche vielleicht einer früheren Reizung angehören konnten, zu verwechseln.)

Der oben mitgetheilte Versuch gehörte zu den deutlichsten. So aber sah ich noch viele. Andere waren minder deutlich und liessen ungewiss.

Wir dürfen aus der Zusammenstellung von Versuchen an Säugethieren und Fröschen den Schluss ziehen, dass das kleine Gehirn und die Vierhügel von keinem sichtbaren Einflusse auf die Gefühlsfasern sind.

Folgender Versuch giebt eine weitere Bestätigung: Einem Kaninchen wurde das kleine Gehirn blosgelegt und die linke Hälfte, den halben Wurm mitgerechnet, zum aller grössten Theile weggenommen. Sogleich nach der Operation wurden die beiden *N. ischiadici* blosgelegt. Berührung des rechten wie linken Nerven brachte gleich heftige uud rasche Reactionen hervor. Das Thier schrie mit heiserer Stimme. Es lebte noch mehrere Stunden. Die Prüfung wurde oft wiederholt. Ich bemerkte keinen Unterschied auf beiden Seiten.

Auch aus den Beobachtungen in Krankheiten ergiebt sich dasselbe. Man findet sehr häufig beträchtliche Leiden des kleinen Gehirns, ohne dass das Gefühl im Geringsten beeinträchtigt ist. Nach Andral *(Cl. med. V.* p. 731) giebt es nicht einen einzigen sichern Fall, durch welchen bewiesen werden könnte, dass das genannte Organ irgend einen Einfluss auf das Gefühl äussere, es entsteht weder vermehrte, noch verminderte Empfindlichkeit. Ich habe einen Fall von Erweichung des kleinen Gehirns beobachtet, in welchem weder ein Gefühls- noch ein Sinnesnerve des ganzen Körpers im Geringsten afficirt war. Die Functionen beider bestanden trotz der bedeutenden Störungen in allen Bewegungen ganz wie im gesunden Zustande fort. (s. Organ. f. ges. Heilk. Bonn. 1841 B. I. Hft. 3.)

Hingegen kann man als allgemeine Regel aufstellen, dass durch Druck einzelner Theile des grossen Gehirns bei Menschen das Gefühl vermindert wird, selbst schwindet, später aber bald früher, bald später zurück kehrt. Wenn die Lähmung in den Muskeln noch durchaus fortbesteht, ist das Gefühl gewöhnlich vollständig wieder da. In einem Falle von Andral (l. c. p. 1) wurde während des Lebens völliger Verlust von Bewegung und Empfindung im rechten Beine bei einem Kranken beobachtet, in dessen Leiche ein nussgrosser Körper in die Substanz des vordern linken Gehirns sich eingesenkt fand. — Vor dem Eintritte von Apoplexien stellen sich oft Störungen des Gefühls ein, Kälte, Kriebeln, Ameisenkriechen; zuweilen die Empfindung, als ob zwischen der Haut und dem berührten Körper etwas dazwischen wäre etc. etc.

Zuweilen findet sich die Empfindlichkeit der Haut aufs Extremste gesteigert, so in dem ersten Stadium der hitzigen Gehirnhöhlenwassersucht der Kinder. — In den Zusammenstellungen von Krankheitsbeobachtungen finden sich einige Fälle, in denen bei Leiden der *Corp. striata* das Gefühl bedeutend erhöht war. Es ist noch Manches

hinsichtlich der Gefühlsänderungen bei Gehirnkrankheiten dunkel, was erst durch weitere Untersuchungen erforscht werden kann. —

Wenn die oben erwähnten Versuche den Beweis lieferten, dass das Gehirn auf Gefühls- und Bewegungsfasern von beträchtlichem Einflusse sei, so geben sie auch einen Maasstab zur Beurtheilung der sogenannten Reflexbewegungen, welche nach Enthauptungen eintreten.

Es ist kein Grund vorhanden, den Ausdruck »Reflexbewegungen« zu verwerfen, der in der Wissenschaft schon eingebürgert ist. Es ist aber nothwendig, diesem Begriffe keine solche Ausdehnung zu geben, wie dies M. Hall gethan hat.

Jede Bewegung, welche nach einer Erregung eines Gefühlsnerven erfolgt, ohne dass vorher (durch diese Veränderung in den Gefühlsnerven) Vorstellungen entstanden sind, heisst Reflexbewegung.

1. Sie geht in der Regel von äussern Erregungen aus, doch ist ihre Entstehung von innen nicht ausgeschlossen.

Beweis: Nicht selten ziehen enthauptete Frösche ohne alle äussere Einwirkung die Hinterextremitäten an sich.

2. Das Gehirn hat Theil an der Entstehung der Reflexbewegung.

Es hat nur insofern keinen Einfluss auf dieselbe, als es Vorstellungsorgan ist, aber wohl durch seine Wirkung auf alle Gefühls- und Bewegungsfasern.

Beweis: Man nehme einem Frosche die eine Gehirnseite gänzlich hinweg, lasse aber die andere durchaus unversehrt, enthaupte ihn sodann, so werden die Reflexerscheinungen in der entgegengesetzten Seite stärker sein.

Man nehme einem andern Frosche ebenfalls das halbe Gehirn, lasse ihn eine Zeit lang am Leben, etwa im Winter eine halbe oder eine, selbst zwei Stunden (es ist dies bei verschiedenen Fröschen verschieden), so wird man die umgekehrte Erscheinung wahrnehmen; die Rückenmarkshälfte, welche ihres Gehirneinflusses eine Zeit lang beraubt war, reagirt schwächer. Später gleicht sich die Stärke der Reaction in beiden Seiten gewöhnlich wieder aus.

Diese interessanten Experimente lassen sich am besten im Winter anstellen, weil dann die Reaction nicht so enorm ist, dass ein Unterschied zu erkennen möglich. Bei einigen Fröschen konnte ich mich nicht gut von dieser Thatsache überzeugen, bei andern im hohem Grade. Jeder, der wiederholt versucht, wird sich überzeugen, dass keine Täuschung unterlief.

Man sieht also aus diesen Versuchen, dass die Reflexaction selbst bei den Thieren, bei welchen sie am deutlichsten auftritt, doch nicht so unabhängig vom Gehirn ist, als man glauben könnte, wenn man an enthaupteten Thieren, die nicht besonders vorbereitet waren, Versuche anstellt. Man sieht sich vielmehr zur Annahme veranlasst, dass die sensiblen Nerven nur durch das Gehirn die Fähigkeit besitzen, von äussern Eindrücken verändert zu werden; so lange nämlich ein Gehirn besteht. Sie können jedoch auch thätig sein, ohne dass ein Gehirn sie beherrscht.

Bei Säugethieren scheint die Reflexbewegung noch viel enger an das Dasein des Gehirns geknüpft. Wird einem Säugethier nämlich an irgend einer Stelle das Rükkenmark durchschnitten und das Thier am Leben gelassen, so schwindet in der Mehrzahl der Fälle in sehr kurzer Zeit jede Spur dieser Bewegung. Ich habe Hunde gesehen, bei denen schon 5 Minuten nach der Durchschneidung des Rückenmarks weder schwache noch starke Reize der verschiedensten Art, auf die Haut gebracht, im Stande waren, irgend eine Bewegung hervorzurufen. — Bei allen

Säugethieren schwindet aber diese Reflexaction über-aus rasch. —

3. Die Reflexbewegungen sind bald zweckmässig, bald blosse Zuckungen.

M. Hall giebt neuerdings (Müll. Archiv 1840 p. 461) ebenfalls zu, dass in ihnen eine Absicht oft beobachtet werde. Mit Recht bemerkt Hall, dass diese Bewegungen dem Willen nicht entgegenstehen, sondern ihn unterstützen.

Man bemerkt sehr bald zwischen Säugethieren und Fröschen den Unterschied, dass bei diesen jedes Körperstück, welches noch Rückenmark in sich trägt, gereizt auch Bewegungen machen kann, die alle Zeichen von Zweckmässigkeit an sich tragen. Bei Säugethieren hingegen ist es höchst selten, dass Reizungen eines hintern Körpertheils, welcher vom übrigen Körper ganz getrennt ist, auch gleich nach geschehener Trennung zweckmässige Bewegungen hervorrufen. Gewöhnlich sind es nur Zuckungen. — Dasselbe ist der Fall, wenn blos das Rückenmark durchschnitten ist.

Bleibt hingegen das verlängerte Mark, oder der obere Theil des Rückenmarks noch in Verbindung mit dem untern Rückenmarke, so erfolgen viel häufiger zweckmässige Bewegungen. — So sieht man viel öfter eigenthümliche Begattungs-Bewegungen bei weiblichen Säugethieren, denen der Kopf abgehauen wurde, als bei solchen, denen in der Brust- oder Lendengegend das Rückenmark durchgeschnitten wurde. — Ich habe diese Erscheinung wenigstens in diesen Fällen niemals bemerkt. Wenn man an der Hinterpfote eines enthaupteten Hundes eine brennende Kerze bringt, stösst die Pfote die Kerze weg, oft hilft noch die andere mit; bei Hunden, welchen das Rückenmark durchschnitten ist, konnte ich dies nicht beobachten. Kommt es vor, so ist es wenigstens selten. — Man muss daher vermuthen, dass das Rückenmark in seiner obern Gegend und das verlängerte Mark bei Säugethieren vorzugsweise

jene Fähigkeit, zweckmässige Bewegungen auszuführen, repräsentiren, von welcher wir oben gesprochen haben.*)

Die Reflexbewegungen in enthaupteten Thieren werden im Ganzen um so weniger zweckmässig, je näher das Thier dem Menschen steht. Bei Lähmungen kranker Menschen durch Gehirndruck oder Zerstörung, entstehen ebenfalls durch äussere Reizung leicht Reflexbewegungen, sie bestehen aber in der Regel in Zuckungen oder unzweckmässigen Contractionen. Nach van Deen entsteht zwecklose Reflexbewegung auch bei Fröschen nach Reizung des Rückenmarks selbst und solcher Theile, die im gesunden Zustande kein wirkliches Gefühl haben.

4. Die zweckmässigen Bewegungen, welche eintreten, sind mit allen Erscheinungen von Gefühlsreaction verbunden. Wir wissen, dass man bei Thieren nur von Gefühlsreaction sprechen darf, über eigentliches Gefühl haben wir kein Urtheil. Bewegungen, die jenes beurkunden, fehlen in keiner Weise. Man nehme einem Kaninchen alle Gehirntheile bis zum verlängerten Marke ganz hinweg, so dass letzteres allein in der Schädelhöhle noch bleibt; warte eine Zeit lang nach der Operation noch ab, reize dann irgend eine empfindliche Stelle, z. B. den *N. ischiadicus* oder wenn der *Trigeminus* an seinem Ursprunge stehen blieb den *N. infraorbitalis*, so hört man das Thier schreien es zittert oft, stösst mit den Pfoten etc.

Wenn wir nur das einzige Criterion für Gefühl, welches wir bei Thieren besitzen, die Reaction berücksichtigen, so müssen wir undedingt Gefühlsreaction ohne Gehirn zugestehen; hingegen ist das Bewusstwerden des Gefühls,

*) Das Rückenmark gewinnt ohne Zweifel um so grössere Bedeutung, je mehr es sich dem Gehirne nähert; während die entfernteren Theile sich eher als Leiter betrachten lassen. — Man kann z. B. von vielen Mitteln, welche auf Körperbewegung wirken, nachweisen, dass sie auf das verlängerte Mark ihren Einfluss äussern und dass von hier aus die bestimmten Fasern affizirt werden. So von *Strychnin, Sublimat,* den drastischen Purganzen.

das nur den Menschen zukommt, ohne Gehirn nicht vorhanden. Wird ein Kaninchen geköpft, so entstehen dieselben Reactionen, nur das Schreien bleibt aus, weil die Nervenenden des *Vagus* durchschnitten sind. Ein Zusammenhang der Körperparthien mittelst des Rückenmarks ist aber allerdings erforderlich, damit ausgebreitete Reactionen entstehen. Es ist nur als seltene Ausnahme zu betrachten, dass auch bei völlig getrenntem Rückenmarke die nicht mehr verbundenen Theile doch correspondirend reagiren. (s. o.)

5. Es ist kein Grund vorhanden, mit Hall eigenthümliche incitirende excitomotorische und reflectirende reflectomotorische Fasern im Gegensatz der Gefühls- und Willensfasern anzunehmen. Es giebt nur sensible und motorische Nerven im Rückenmarke.

Man müsste Endumbiegungsschlingen im Rückenmarke und zwar in grosser Menge unter dem Mikroskope auffinden, was bis jetzt noch nicht gelungen ist. Ich kann diese Beobachtung Valentins nach sehr häufig angestellter Untersuchung vollkommen bestätigen.

Es wäre ferner nicht wohl möglich, dass derselbe Reiz bei demselben Individuum bald Reflex bald Willensbewegung hervorbringen sollte, wenn die Fasern nicht dieselben wären; auch nicht wahrscheinlich, dass Gefühlsreactionen mit Reflexreactionen so genau übereinstimmen.

Es giebt nicht einen einzigen Nerven im ganzen Körper, welcher allein excitorisch und nicht sensibel wäre. Der *Pneumogastricus* ist nicht wie Hall (Müll. Arch. 1840 p. 464) angiebt, gänzlich oder fast gänzlich der sensoriellen Eigenschaft beraubt. Der *Vagus* bei Fröschen in seinem Ursprunge gereizt zeigt allerdings nur Athembewegungen und keine andere Gefühlsreaction; hingegen deutlich der Zungenzweig. Bei höhern Thieren namentlich bei Hunden ist die Sensibilität gewöhnlich so gross, als bei irgend einem andern Nerven, mit Ausnahme des *Trigeminus*.

6. Das Rückenmark ist nicht das einzige Organ, in welchem Reflexbewegungen entstehen können.

In den Unterleibsorganen bleiben diese nicht aus, auch getrennt vom Rückenmarke, ebenso wenig im Herzen. Wo Ganglienkugeln sind, ist Reflexion möglich. Wahrscheinlich finden auch in den einzelnen Gehirntheilen Reflexionen statt. Doch fehlen hierüber noch sichere Data.

§. 13.

Nachdem wir die Zustände der Gefühlsnerven im Rückenmarke verfolgt haben, müssten wir untersuchen, was aus diesen Fasern im Gehirne wird. Endigen sie oder wird ihre Lebenskraft eine andere? Denn ihre Gefühlsfähigkeit hört auf. Jene Annahme billigt bis jetzt nicht die feinere Anatomie. Wenigstens sind Umbiegungsschlingen in der Brücke und vielen übrigen Schlussstellen der Gefühlsnerven noch nicht nachgewiesen. Diese Annahme widerspricht den übrigen Nervengesetzen. Jeder eigenthümlichen Function sind besondere Fasern zugetheilt, es giebt motorische, sensible, sensuelle. Man muss gestehen, dass auf dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft die Frage nicht zu erledigen ist.

Nur das Eine können wir sagen, dass im Gehirne eine neue Thätigkeit auftritt, dass in ihm mit eigenthümlicher Energie begabte Fasern erscheinen. Gefühls- und Sinnesnerven erregen Vorstellungen als Gehirnenergien. Die zwei wesentlichsten Eigenschaften derselben sind ihre Combinationen und Reproductionen. Jede Veränderung, welche durch den Körper der Aussenwelt in den Sinnesnerven, viele, die in den Gefühlsnerven entstehen, werden zu Vorstellungen. Die den Menschen umgebende Welt ist unendlich gross, die Formen, welche die kleinsten Theilchen und die grössern Gestalten eingehen können, lassen sich durch Zahlen nicht ausdrücken; ihre Mannichfaltigkeit lässt sich im Voraus nicht bestimmen. Das ganze Leben hindurch wirken zur meisten Zeit die Aussenkörper auf die Sinne, in jedem Augenblicke gelangen viele zu ihnen, in jedem Augenblicke entstehen ebenso viele Vorstellungen. Wenn wir die Vorstellungen als Zustände der Gehirnfasern betrachten, so können wir, um auf diesem

materiellen Standpunkte zu verweilen, sagen, diese Zustände von Thätigkeit, diese Schwankungen in einzelnen Fasern setzen andere Gehirnfasern ebenfalls in Thätigkeit, wie ja überall ein in Bewegung versetzter Körper einen andern, der mit ihm in Berührung ist, ebenfalls in Bewegung setzt; — Bewegung, im weitesten Sinn genommen. Die Thätigkeit der Nachbarfasern ist, wie sich von selbst versteht, die, welche in ihr entstehen kann, und wird sich in einer Veränderung zeigen, die der benachbarten am meisten ähnlich. Von allen den Veränderungen, welche je in ihr entstanden, werden unter sonst gleichen Umständen die am leichtesten sich bilden, welche der neu hinzugekommenen am meisten gleich sind. Und so nimmt eine immer grössere Masse von Fasern Antheil, es gestaltet sich ein ganzes durch Fasern ohne Zahl repräsentirtes Bild. Zustände, welche zu gleicher Zeit entstanden, also gleich neu sind, Zustände, die in verschiednen neben einander liegenden Nerven auftraten, also Sinneseindrücke, die wir an demselben Orte empfanden, entstehen leicht wieder zusammen.

Vorzugsweise zeichnet sich aber der innere Gesichtssinn durch sein Bestreben der Theilnahme vor allen andern Gehirnorganen aus. Alle Eindrücke der Aussenwelt werden dann nur deutlich und bestimmt, wenn der innere Gesichtssinn in Thätigkeit versetzt wird, wenn er seine Bilder einwebt und die andern Eindrücke in ein Gebiet versetzt, in welchem von Jugend auf die meisten Zustände sich zeigten. — Je höher das Thier steht, je mehr der Mensch ausgebildet erscheint, desto eingreifender ist das Streben, alle Eindrücke auf den Gesichtssinn zu beziehen, und sie dadurch zugänglicher zu machen. Es weiss Jeder, wie es oft Mühe kostet, die in ununterbrochener Reihe sich aufdringenden Gesichtsvorstellungen zum Theil zu eliminiren, und durch Festhalten weniger eine Einheit zu gewinnen, wonach der denkende Mensch sich unaufhörlich sehnt. Es entsteht daher in uns ein beständiges Ringen nach Einheit im Gegensatz zu der ewigen Schöpfung von Bildern. Dort ein Aneinanderreihen nach dem Principe von Ursache und Wirkung; hier wie in Zeit und Raum die Zustände neben einander vorkommen.

In Folge der Vorstellungen in ihrer einfachen wie in ihrer combinirten Art entstehen Bewegungen. Durch dieselben wird der Körper erhalten. Sie sind abwehrend, angrei-

fend, wo er in Gefahr ist, sie sind nähernd, fördernd, wo ihm Gedeihen erwächst.

Ob für diese weise Ausführung, die wir nur bewundern, nicht durchblicken können, eine besondere organische Anordnung besteht, ob die schaffende Kraft für jede einzelne Bewegung sorgend wirkt (was mit andern Thatsachen sich nicht leicht in Einklang bringen lässt), hierauf giebt die Wissenschaft keine Antwort. Aber eine solche wohlthätig wirkende Kraft lebt in uns und in dem Thiere. Bei einigen unserer Bewegungen werden wir uns ihrer bewusst, bei vielen nicht. Für das Thier handelt sie, ohne dass dasselbe Rechenschaft irgendwie zu geben weiss.

Im Thiere wie im Menschen combiniren sich Vorstellungen auf gleiche Weise, sie werden ebenso reproducirt, sie bringen Bewegungen hervor, die fast so nüanzirt sind nach den mannichfachen Modificationen der Vorstellungen, wie beim Menschen.

Je mehr wir denken und beobachten, desto mehr werden wir von der Nothwendigkeit überzeugt, in der sich alle unsere eignen Bewegungen befinden. Mit dem Gefühle der Demuth werden wir die Unzulänglichkeit der Willensfreiheit gewahr; in der That auch jeder Mensch muss seine Rolle ausspielen, die ihm (wahrscheinlich durch den individuellen Körperbau) zugewiesen wurde; er mag wollen oder nicht. Zwang liegt in der bedachtesten Handlung. Doch ich mag einen Gegenstand nicht weiter erörtern, den bessere Federn beschrieben haben.

Was wir bei dem Thiere willkührliche Handlungen nennen, sind es eigentlich nicht, wenn wir wie gewöhnlich das Willkührliche dem Nothwendigen entgegen setzen.

Wir nennen sie so, weil sie dieselben sind, die bei uns von bewussten Vorstellungen ausgehen. Dieselbe Kraft, welche in uns mit Bewusstsein wirkt, handelt nur sich (wenn ich so sagen darf) nicht dem Thiere bewusst in diesem; — nach denselben Gesetzen.

Aber auch in uns entstehen Vorstellungen, von denen wir Nichts wissen, ihnen folgen Thätigkeiten, aus denen wir auf das Bestehen jener schliessen. Diese Vorstellungen, einer Kraft entquollen, die die Körper der Aussenwelt gleichfalls ordnet, stehen mit dieser in Beziehung. Die Vorstellungen können uns so bewusst werden, dass die Erkenntniss nicht von Veränderung in den Sinnesorganen,

sondern auch mit Beziehung auf die Ursache dieser Veränderung in den Aussenkörpern selbst uns zukommt. Eine Umwandlung der Form, welche blos durch unsere Sinnesorgane geschieht, erkennen wir eben als dem äussern Körper zugehörig; — weil alle Kräfte der Aussenwelt in uns liegen d. h. in der Kraft, welche uns unbewusst regiert. Sie ist immer nur eine einzige.

Einige Beispiele mögen es klar machen. Wir sehen die auf der Retina umgekehrten Gegenstände grade; mit beiden Augen einfach; hören mit zwei Ohren Einen Ton. Die in uns liegende Weisheit, die die Gesetze der Optik selbst erfand, lehrt uns auch, dass es im Bau der Augen liegt, weshalb das Bildchen sich verkehrt auf der Retina stellt; lehrt uns, dass zwei Eindrücke, in allen Einzelheiten genau gleich, nicht zweien Körpern angehören können. — Bei jedem Sinneseindruck entsteht ein Urtheil. So auch, wenn wir fühlen. Es sind z. B. concave oder convexe Flächen, welche wir durch unseren Tastsinn erkennen. Eine convexe Fläche muss nothwendig einen concaven entsprechenden Eindruck auf unsere Finger machen. Man sollte daher denken, wenn wir unsere Finger über eine solche convexe (grössere oder kleinere) Fläche herführen, müssten wir den Eindruck einer concaven erhalten. Denn man sollte denken, vom Gehirne aus würde nach der Veränderung geurtheilt, welche in unsern peripherischen Gefühlsfasern sich ereignet. Nichts desto weniger fühlen wir die Convexität der Fläche. Ist es etwas Anders, als was im Auge beobachtet wird? Vielleicht lässt sich etwas Aehnliches von den Schallwellen sagen, wenn man die Chladnischen Klangfiguren betrachtet.

Wir gehen hier auf diese Gegenstände nicht genauer ein, die wir vielleicht an einem andern Orte behandeln, wo auch die Ansichten und Einwürfe, welche man der oben aufgestellten Meinung machen kann, geprüft werden sollen.

Die genannte Kraft liegt bei höhern Thieren nur oder hauptsächlich im grossen Gehirn. Die Eindrücke, welche dies Organ von den centralen Nervenenden erhält, beurtheilt sie, über sie hinaus wirkt sie nicht. Daher kommt sogar Täuschung vor. Das bekannte Phänomen mit dem Kügelchen, welches bei übereinander geschlagenen Fingern das Gefühl erzeugt, als seien es zwei Kügelgen, — kann als Beispiel gelten.